

La ville et son double numérique

27 avril 2016

Laboratoire d'InfoRmatique en Image et Systèmes d'information

Gilles Gesquière

gilles.gesquiere@liris.cnrs.fr



Introduction



■ Gilles Gesquière

■ Professeur

- Université de Lyon– Laboratoire Liris (Laboratoire d'InfoRmatique en Image et Systèmes d'information), (France)

- Responsable des formations Gamagora (Jeux vidéo)

■ Domaines de recherche

- Informatique, traitement de données (en particulier 3D)

- Echange de données

 - *Travaux pour AFNOR (Iso TC/211 comité miroir)*

 - *Impliqué dans plusieurs travaux de l'Open Geospatial Consortium*

 - CityGML, 3D Portrayal

- Responsable du projet Vcity: <http://liris.cnrs.fr/vcity/wiki/doku.php>

- Un des directeurs adjoints du LabEx IMU

Introduction

■ Liris- Qui sommes nous ?

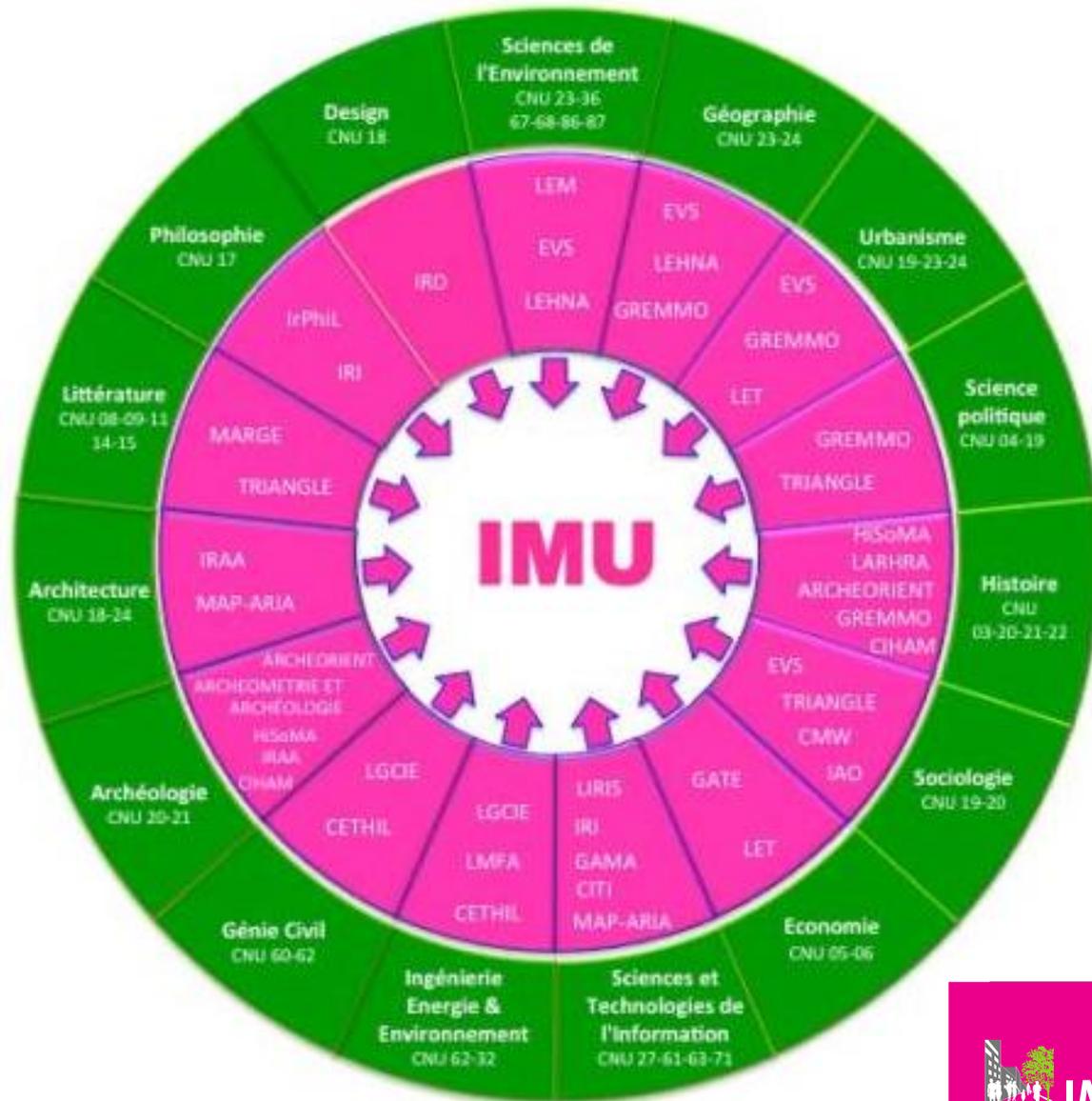
- Discipline STI : Sciences et Technologie de l'Information
- Nous sommes des « traiteurs de l'information », plus particulièrement des « **traiteurs de données hétérogènes** »
- Images, vidéos, nuages de points, base de données, WWW, données issues de réseaux de capteurs, documents numérisés,...)
- Nous sommes naturellement aux **interfaces avec les autres disciplines**
- liris.cnrs.fr

Introduction



- **Labex Intelligence des mondes urbains (IMU)**
- French organization (Labex)
- Research are focused on the city
- In a pluridisciplinary approach
- <http://imu.universite-lyon.fr/>

Introduction



- **Labex Intelligence des mondes urbains (IMU)**
- 550 researcher from 30 laboratories
- 16 scientific domains (urbanism, geography, sociology, engineering, computer sciences, ...)
- Budget : 9 M€ (2011 - 2019)

Des données

■ Des données

- Présences de nombreuses données en accès libre
- Exemple de Lyon
 - <http://data.grandlyon.com/>
 - Terrain de jeu de 1300 km²
 - 547 jeux de données

GRANDLYON
communauté urbaine

■ Des usages

- Quels usages pour ces données ?
- Tubà :
 - <http://www.tuba-lyon.com/>
 - Tubà : créer autour de données de nouveaux usages pour la ville de demain



■ Utiliser un ensemble de données afin de répondre à un usage

■ Synthèse

- Des données, des cas d'usages définis par des praticiens, des experts
- Résoudre les cas d'usages pour une meilleure compréhension de la ville d'hier et d'aujourd'hui; aider à la construction de la ville de demain

Une recherche multidisciplinaire autour de la ville

■ Présentation de résultats liés à plusieurs projets

■ Anr Skyline

■ Manuel Appert, Géographe

■ <http://recherche.univ-lyon2.fr/skyline/wordpress/?p=82>

■ Projet Alaric

■ G. Gay, Aménagement, urbanisme

■ Projet 3D.Vo

■ AS Cléménçon, historienne

■ H. Mathian, Modélisation des données géographiques

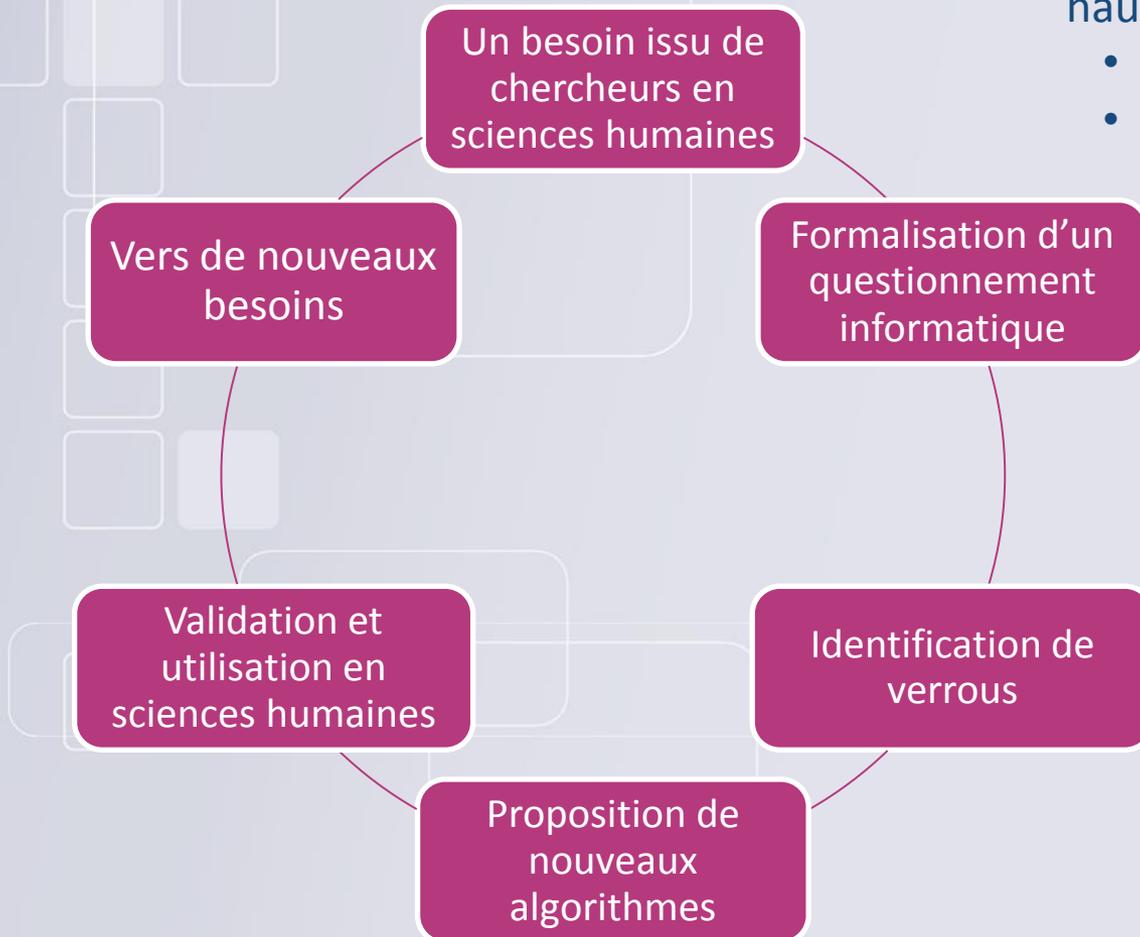
■ Vcity

■ G. Gesquière

■ <http://liris.cnrs.fr/vcity/wiki/doku.php>

Une recherche multidisciplinaire autour de la ville

■ Exemple de Skyline



- Mesurer l'impact des immeubles de grandes hauteurs

- Skyline
- Composition de la vue

- Quelles données ?
- Quel volume ?
- Quels algorithmes ?

- Versionnement de la ville
- Calcul de la visibilité sur de grande masses de données
- Composition de la vue
- Mise en place d'algorithmes de comparaison de ces « versions » de la ville 3D

Plan de cet exposé

- **3D et information géospatiale par l'exemple**
- **Éléments de réponses aux questions**
 - Quels enjeux ?
 - Quels modèles ?
 - Quels standards ?
 - Quels formats ?
 - Quelles données disponibles ?
 - Quels logiciels ?
 - Quels traitements ?
- **Conclusion**

Introduction

- **Complexité de la gestion du territoire, urbain, voire périurbain impose de plus en plus l'usage concerté de données d'origines variées**
- **Regrouper les données au sein de maquettes numériques 3D permet :**
 - Une meilleure gestion d'un territoire
 - Une meilleur appréhension des données
 - De disposer d'une base pour des simulations de phénomènes physiques
- **Échanger des données amène à s'intéresser aux modalités d'accès à l'information de manière interopérable**
- **Dans cet exposé, nous allons nous intéresser en particulier aux données 3D et leur utilisation dans le domaine de l'information géographique.**



Exemples d'applications liant 3D et SIG

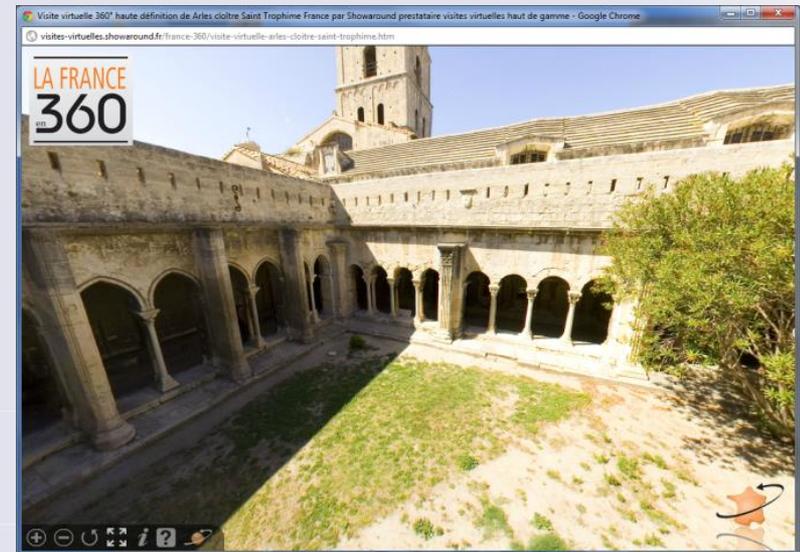
■ Communication

■ Tourisme

■ Visites virtuelles



www.pixxim.fr



http://showaround.typepad.fr/visite_virtuelle_france/

Exemples d'applications liant 3D et SIG



Exemples d'applications

- Mise en situation de projets urbains



Exemples d'applications

- Aide à la décision



- Serious Game



- Simulation de phénomènes physiques



Sans débroussaillage Avec débroussaillage



Exemples d'applications

- Mise en place d'un théâtre opérationnel pour la gestion des risques



Exemples d'applications

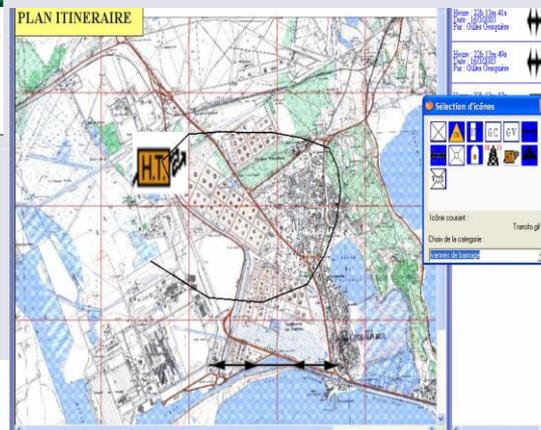
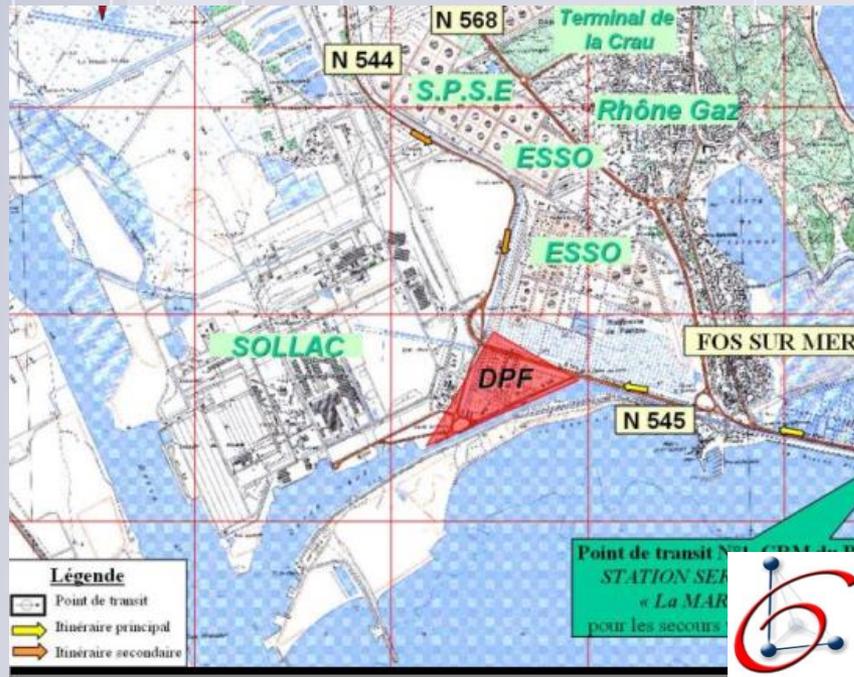
Gestion des risques- projet Simfor

Présentation
du
prototype



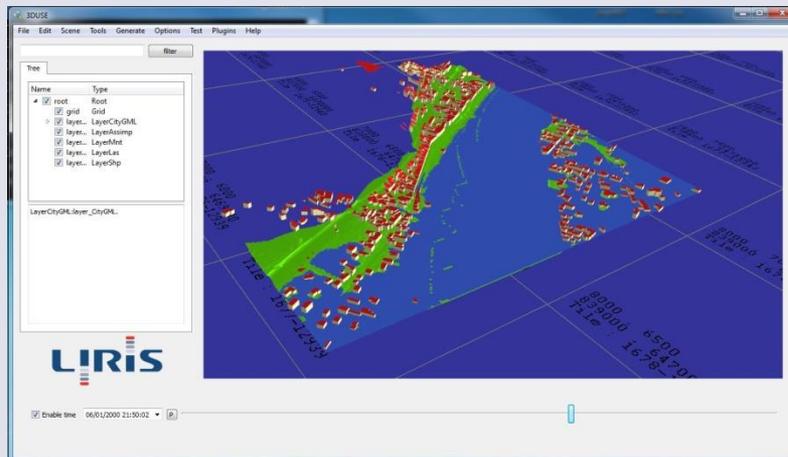
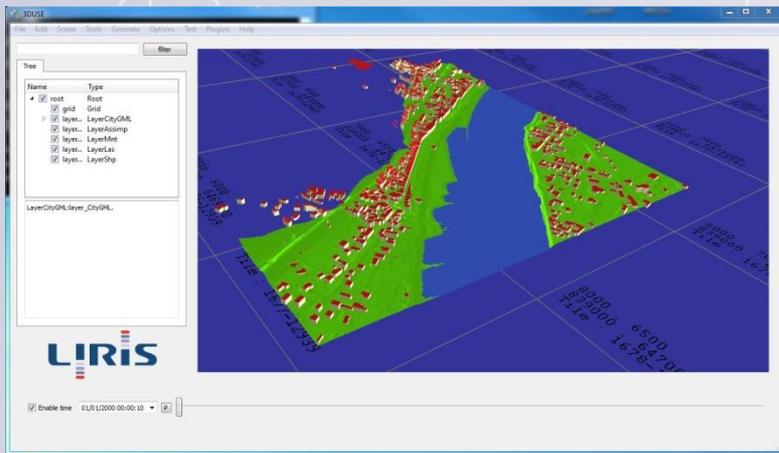
Exemples d'applications

- Peut aider dans une représentation « métier » (Symbologie « métier»/ Représentation 3D)



Exemples d'applications

■ Geovisualisation pour l'aide à la décision (plan rhône, projet FloodAR)



Exemples d'applications

■ Simulation de phénomènes physiques

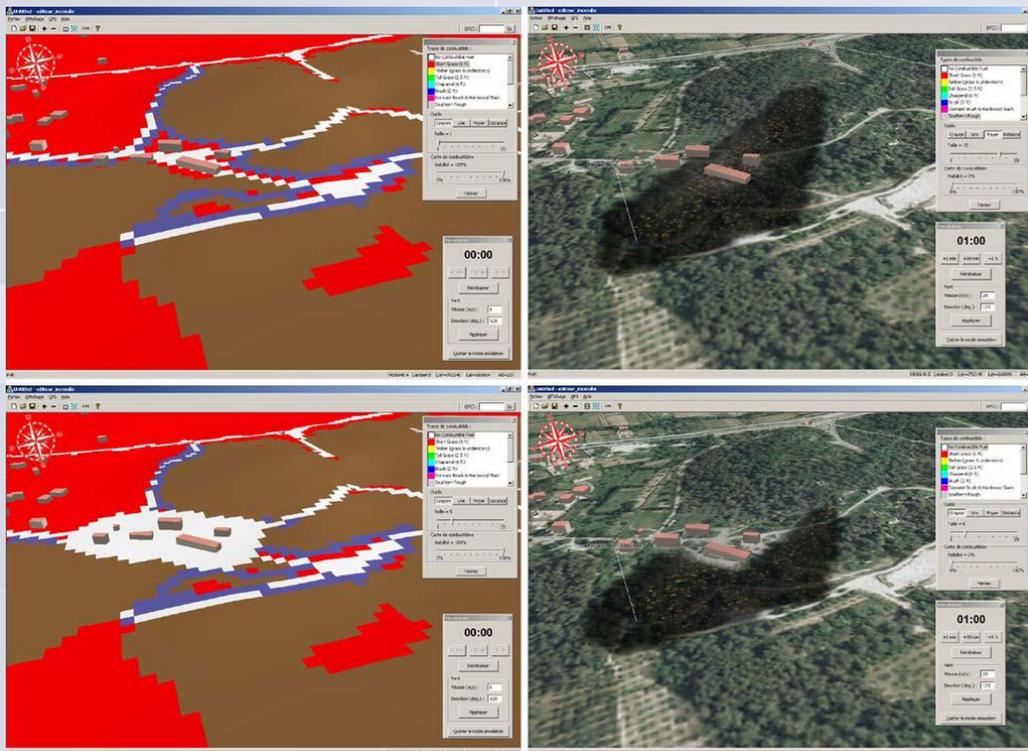
- La maquette numérique peut aussi servir de support à des simulations plus complexes.
- Simulations à différentes échelles



Exemples d'applications

■ Simulation de phénomènes physiques

- La maquette numérique peut aussi servir de support à des simulations plus complexes
- Simulation à grande échelle (avec un modèle de propagation de feu)



Sans débroussaillage

Avec débroussaillage

Conséquence du débroussaillage

Exemples d'applications

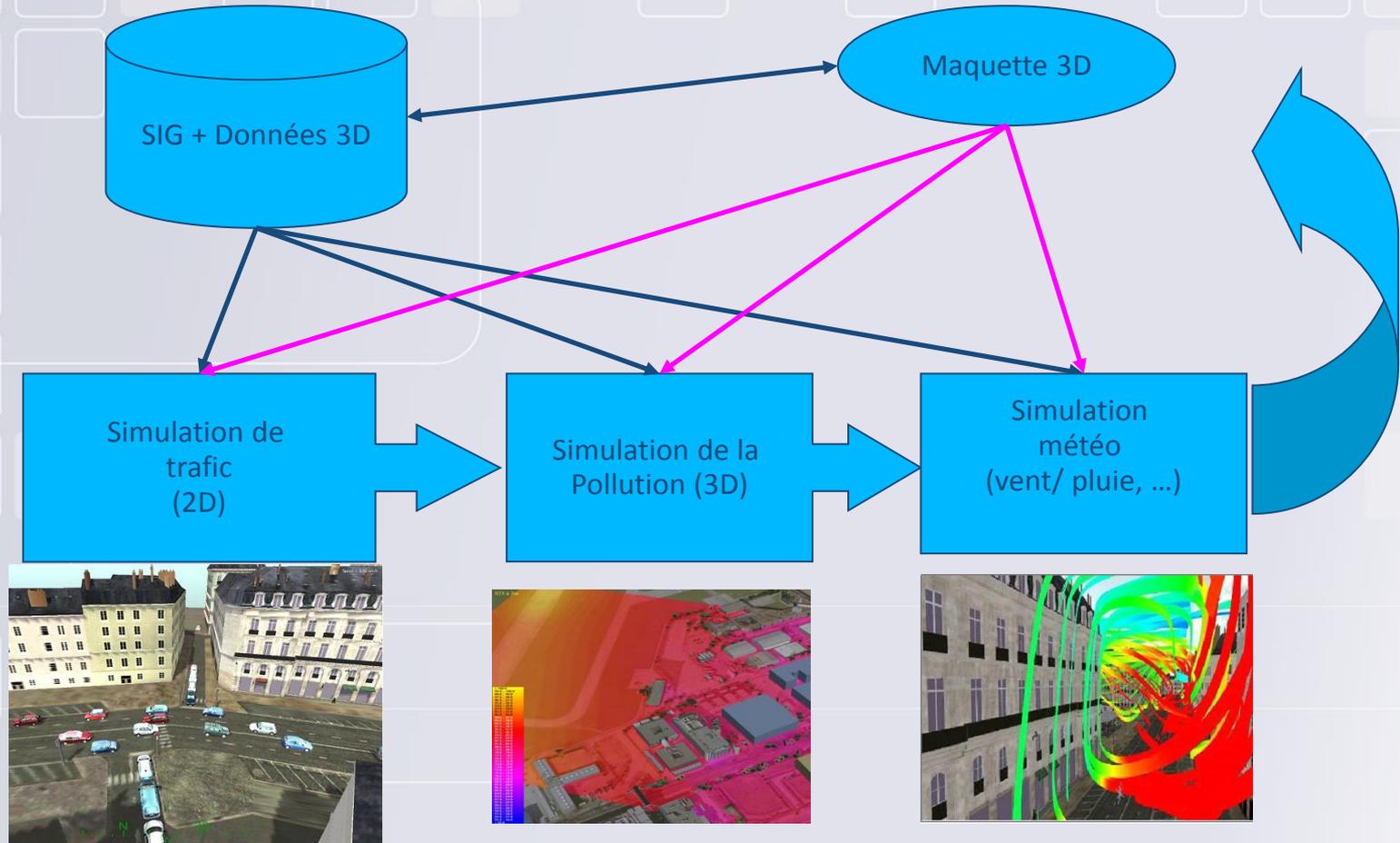
■ Simuler

Temps: 0 h : 0 min



Exemples d'applications

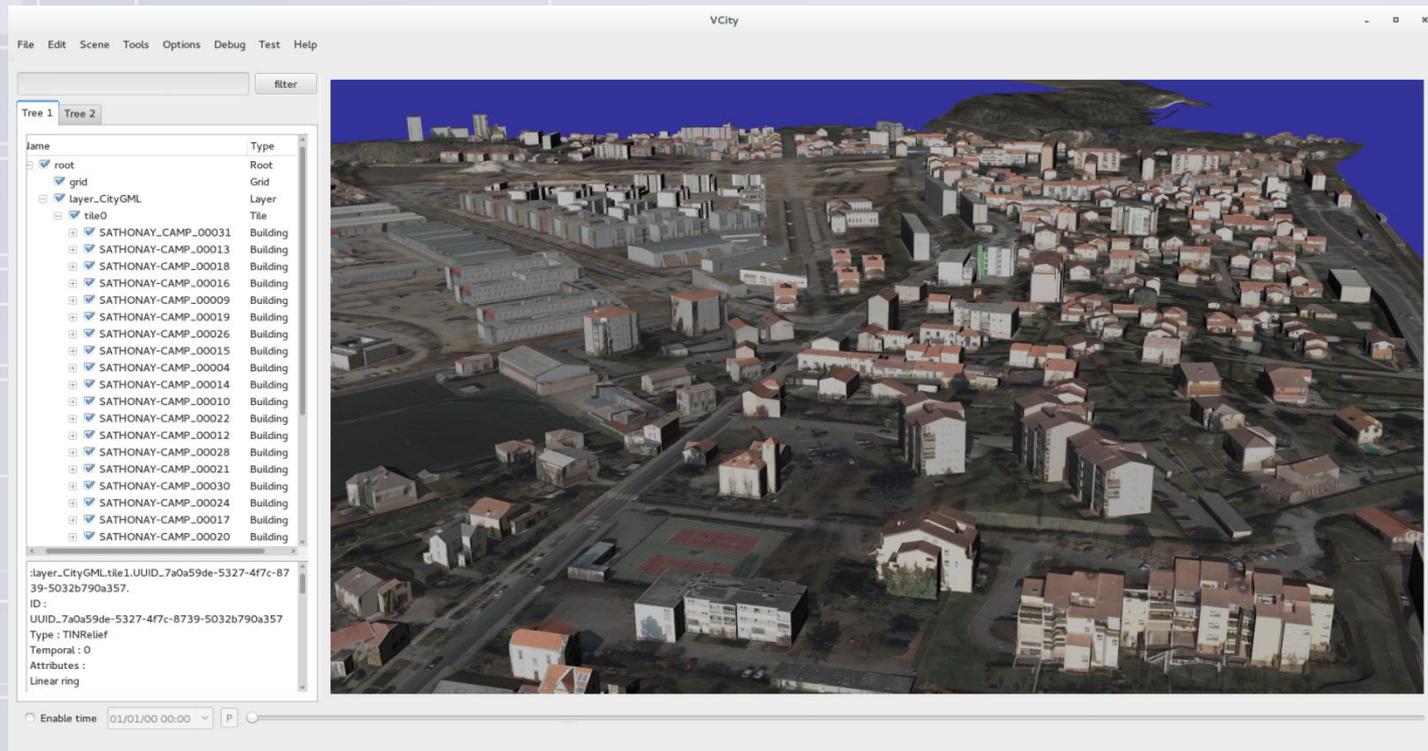
- Couplage de modèles (exemple du scénario trafic/ pollution)



Images extraites du projet Terra Magna

Exemples d'applications

Urbanisme – mesurer et visualiser le changement



Exemples d'applications

■ Information spatiale, mais aussi temporelle

■ Données archéologiques/ historiques

- Chaque objet peut avoir deux informations temporelles

- *Date à laquelle l'objet a été trouvé*

- *Date à laquelle l'objet a été créé (construction) : plage de temps et information incertaine*

- Important d'enregistrer les changements au cours du temps

- Possibilité d'avoir plusieurs scénarios (reconstructions) pour une même scène



SeaPort, Rome (1-3^e century) - Archeorient - Liris



Alaric, Terre-noire , France (19^e century) - EVS - Liris



Exemples d'applications

Les modèles virtuels de la ville ont de nombreuses applications.



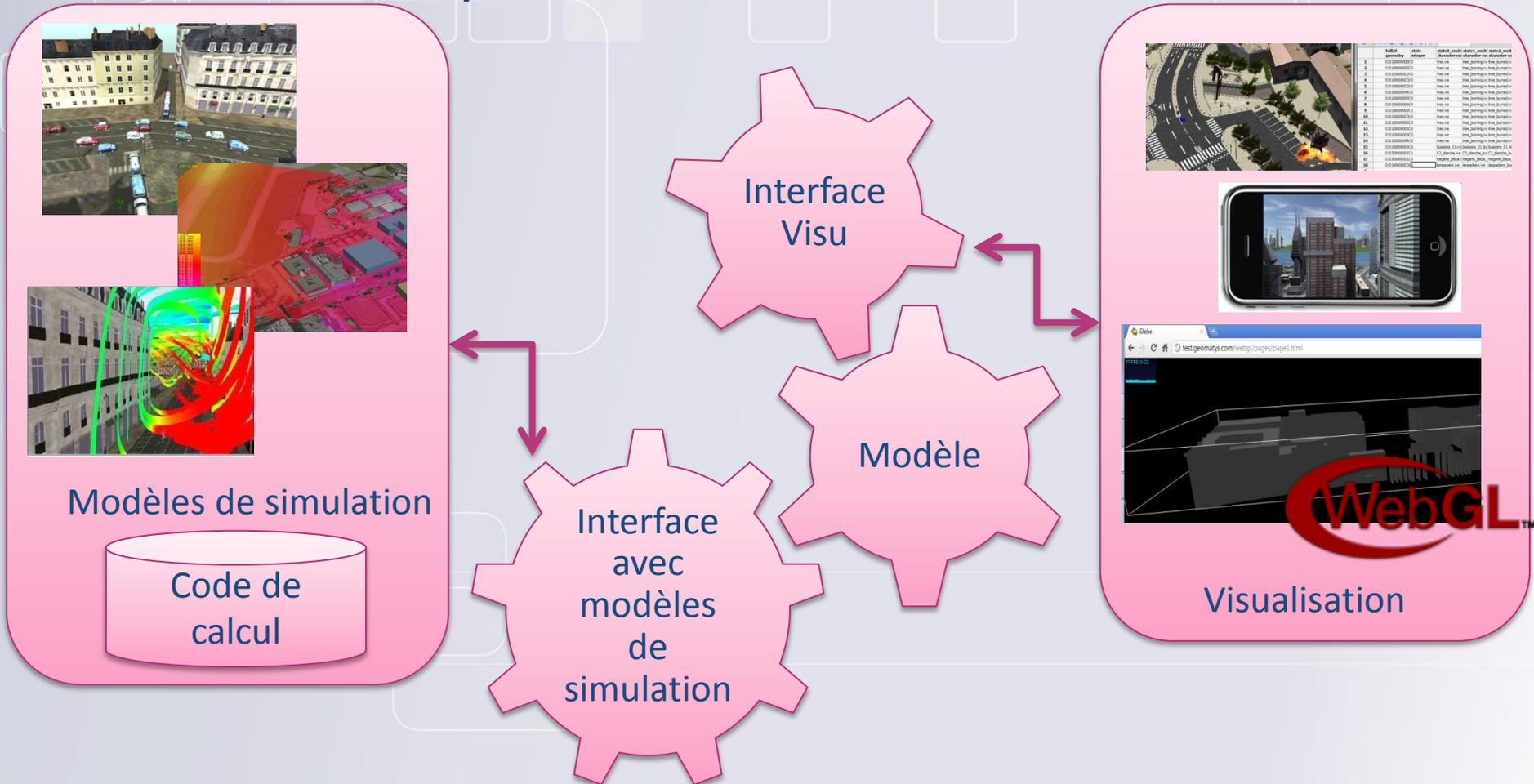
Image issue de <http://stem.cs.pusan.ac.kr/isa2009/keynote.html>



F. Biljecki, J. Stoter, H. Ledoux, S. Zlatanova, A. Çöltekin, "Applications of 3D city models: state of the art review", ISPRS International Journal of Geo-Information, vol. 4(4), December 2015, pp. 2842-2889.

Synthèse

■ Interactions multiples avec le ou les modèles



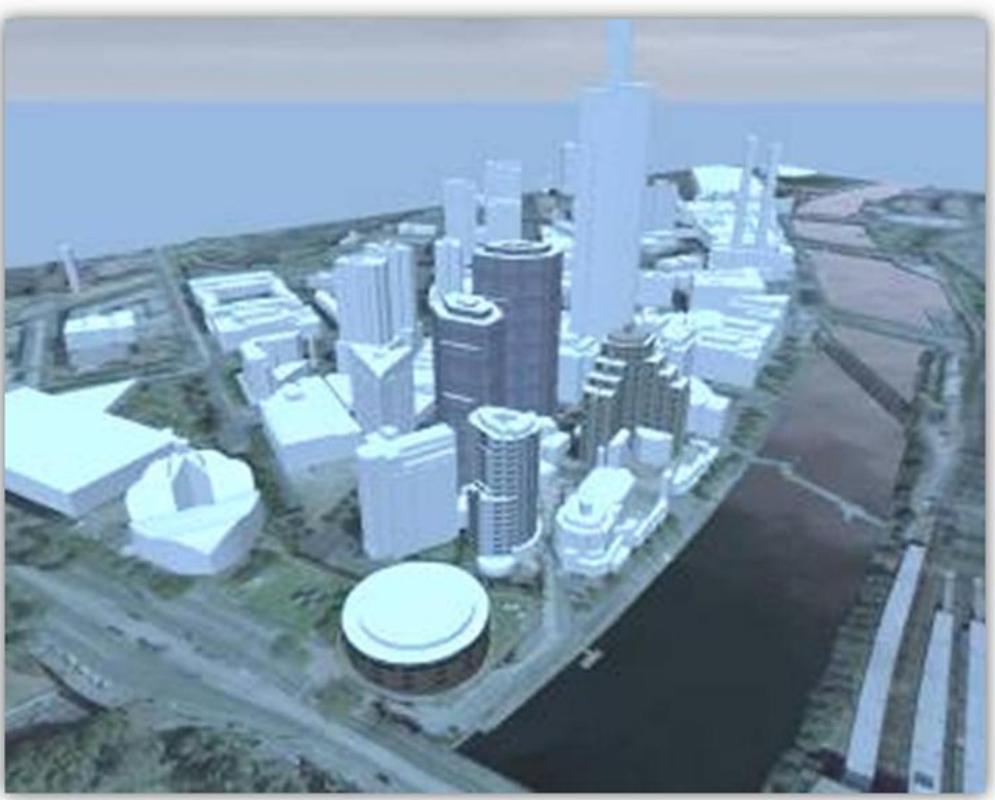
■ Comment gérer ces interactions ?

Les enjeux de la 3D au sein des projets cartographiques et SIG

- Visualiser
- Editer
- Coupler
- Analyser
- Echanger
- Modéliser (géométrie)
- Stocker

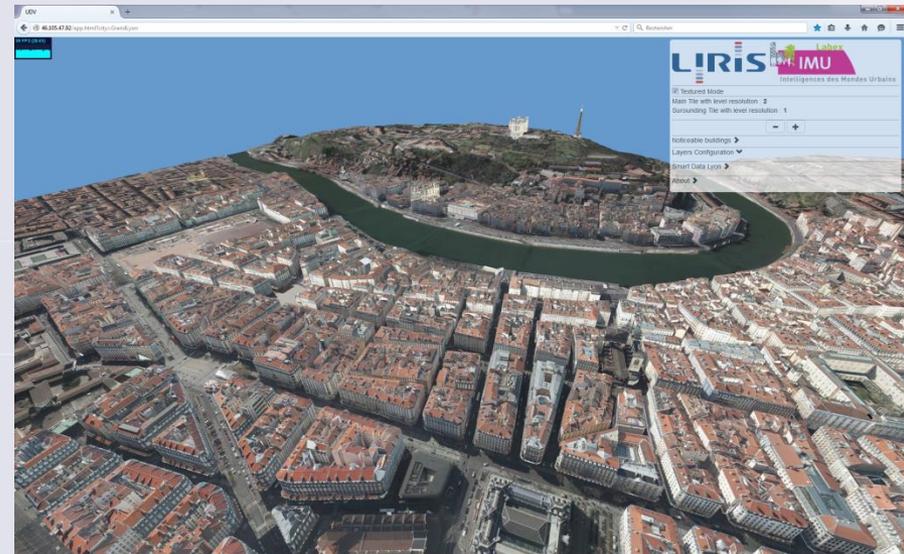
Visualiser

- Visualisation
- Mais pas seulement ...



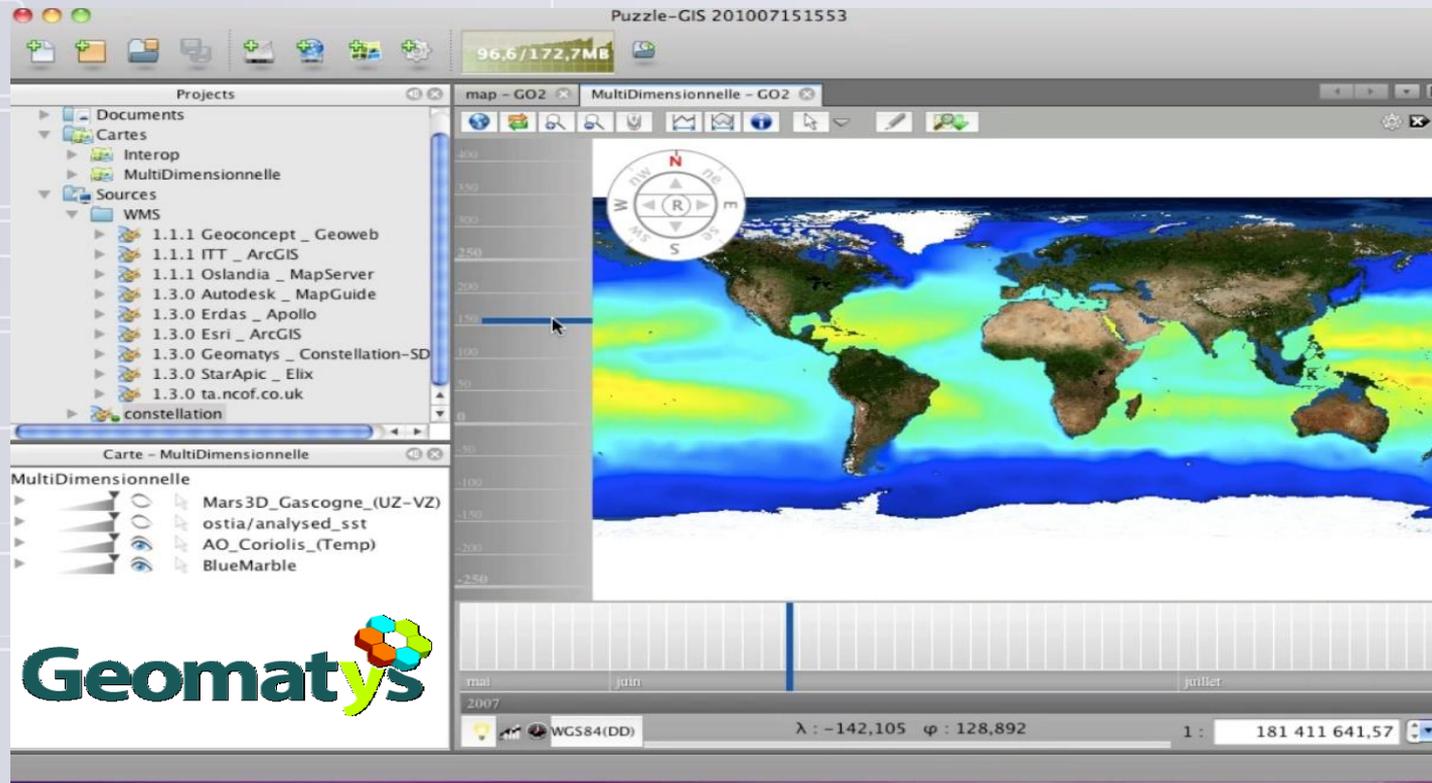
Visualiser

- Visualisation dans des médias de faible capacité graphique
 - <http://www.webviewservice.org/>
- Visualisation 3D dans des navigateurs Web



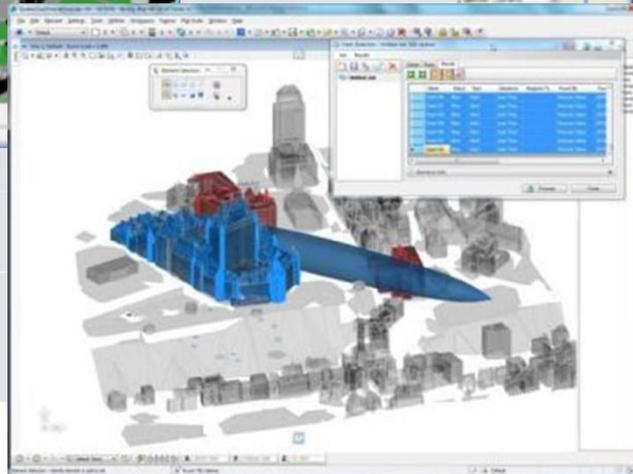
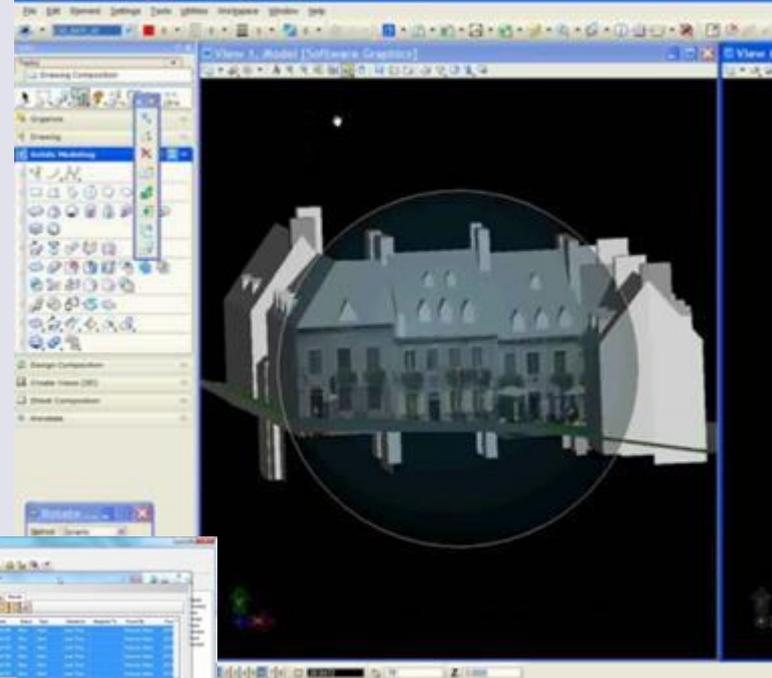
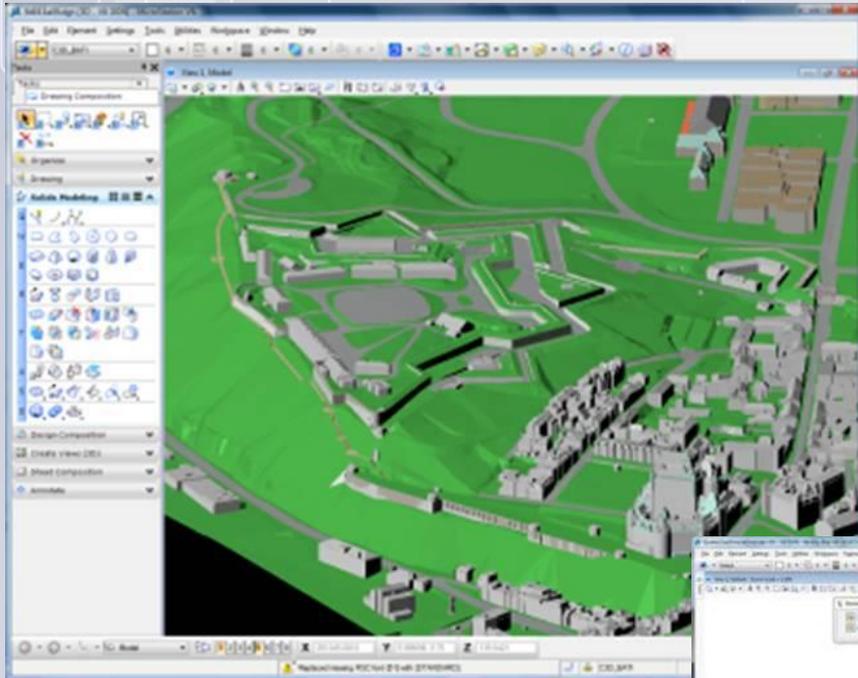
Visualiser

- Parfois plus de 3 dimensions (temps, salinité, température, ...)



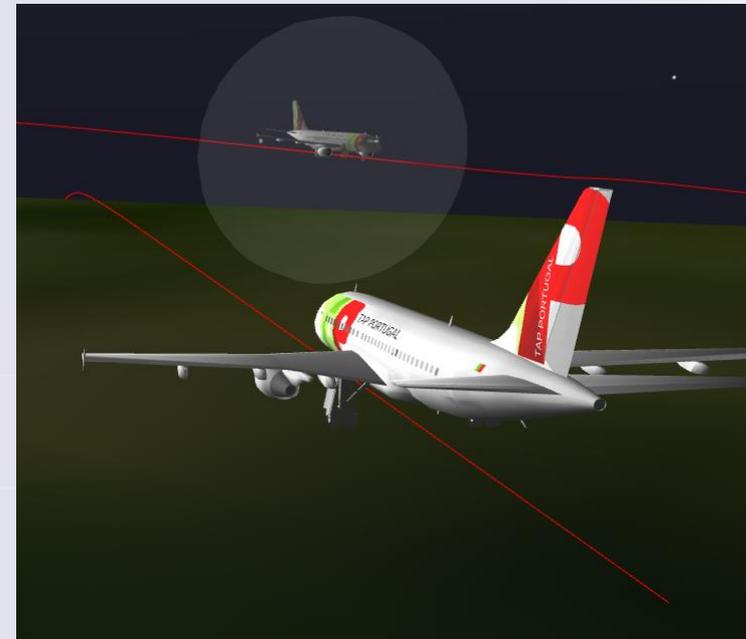
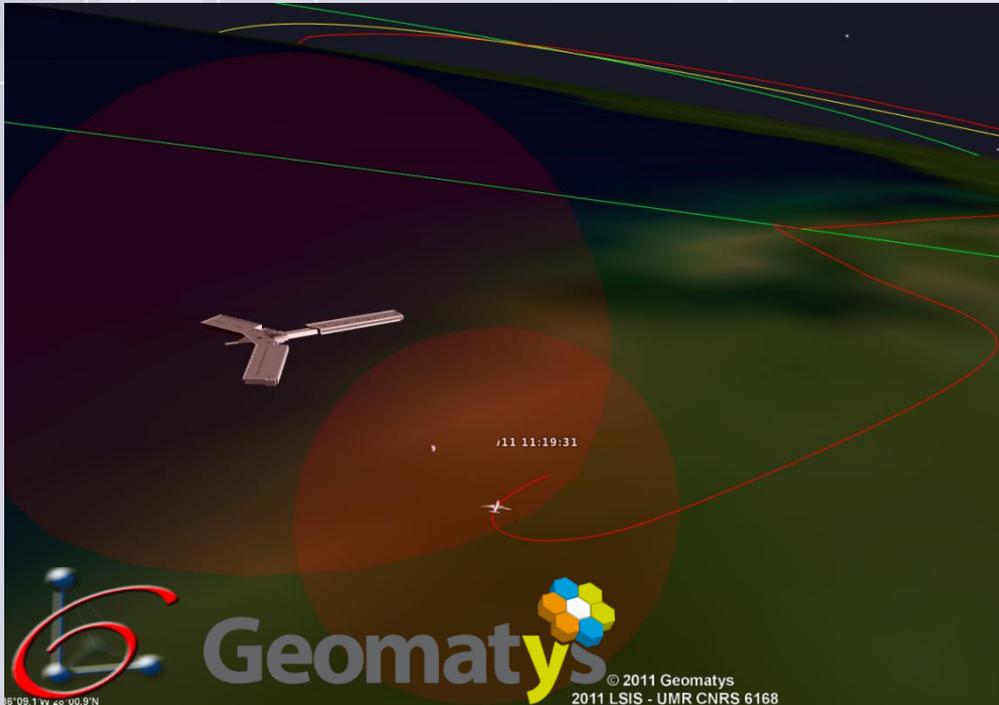
Editer

■ Besoin de modifier les données



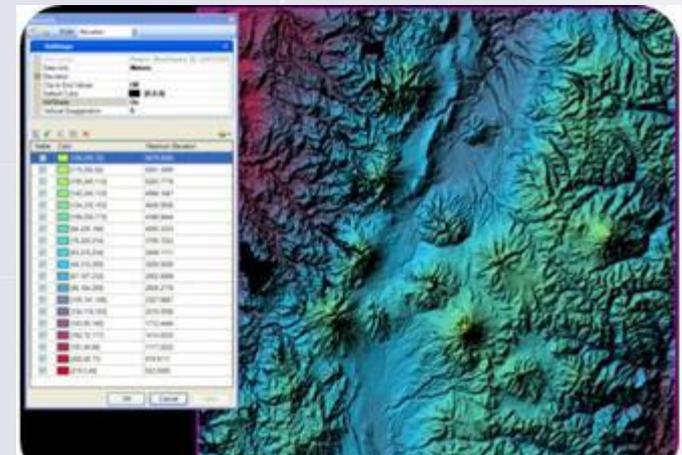
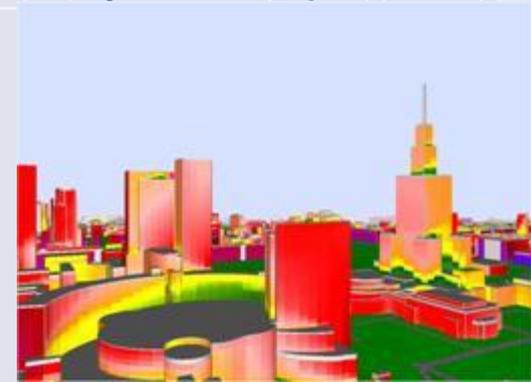
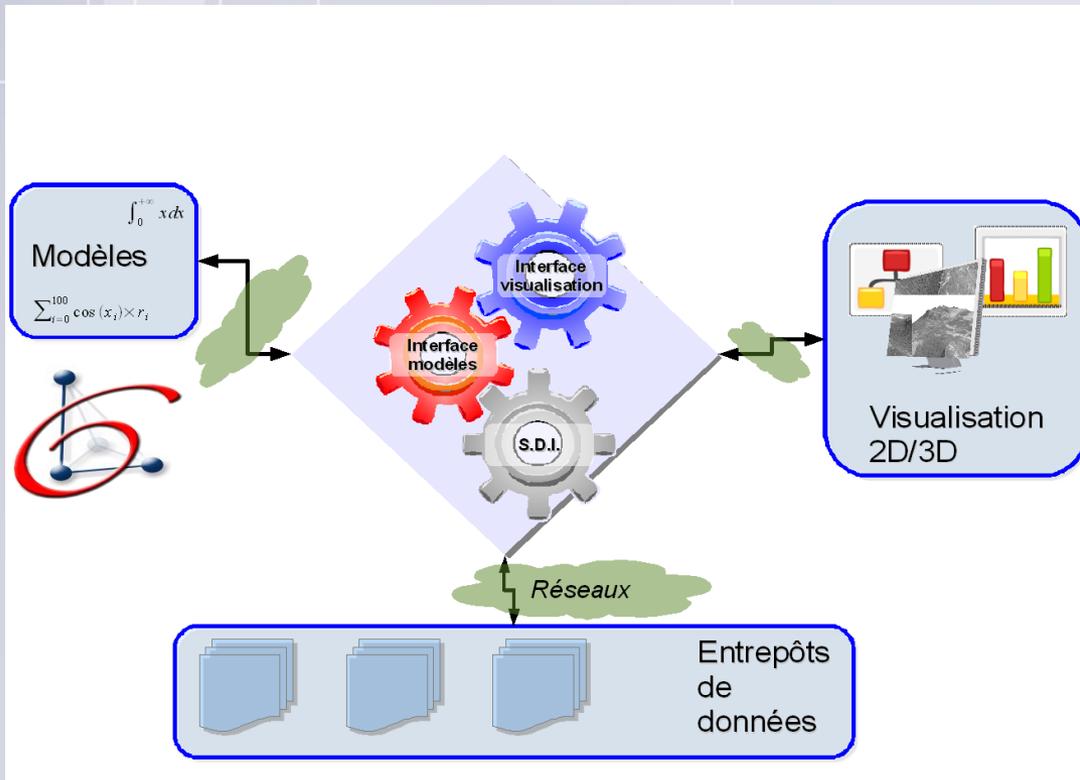
Analyser

Trafic aérien



Coupler

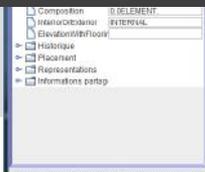
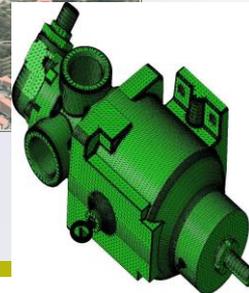
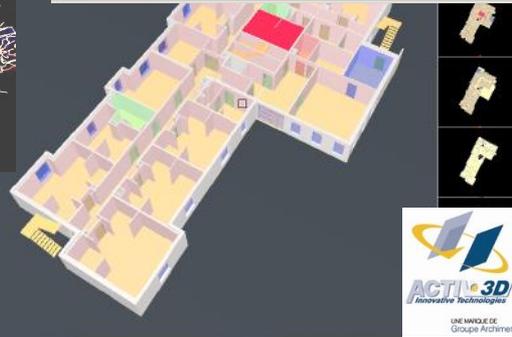
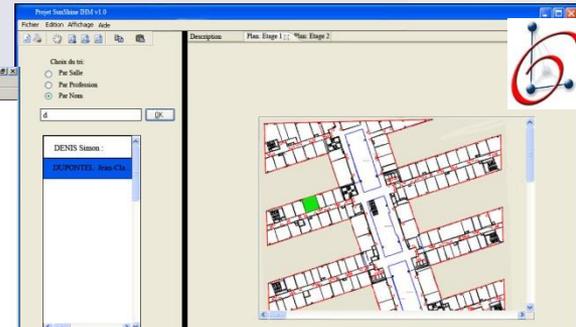
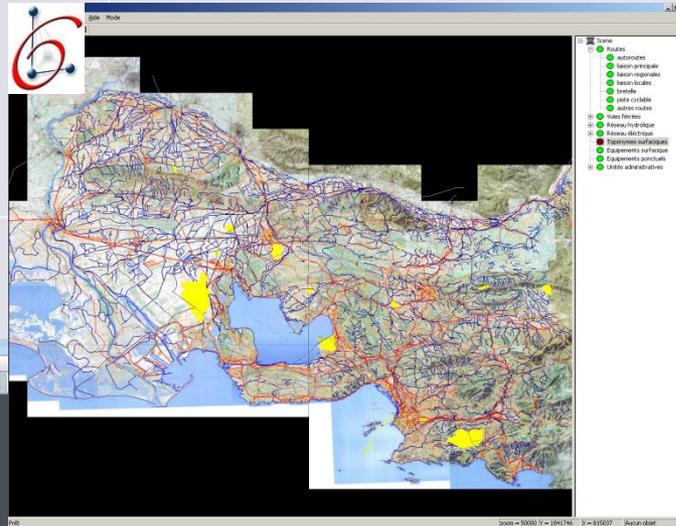
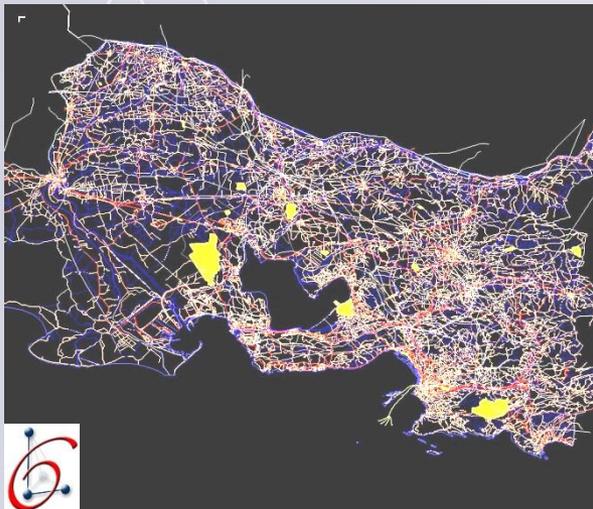
■ Couplage de modèles (exemple : un scénario trafic/ pollution)



Echanger

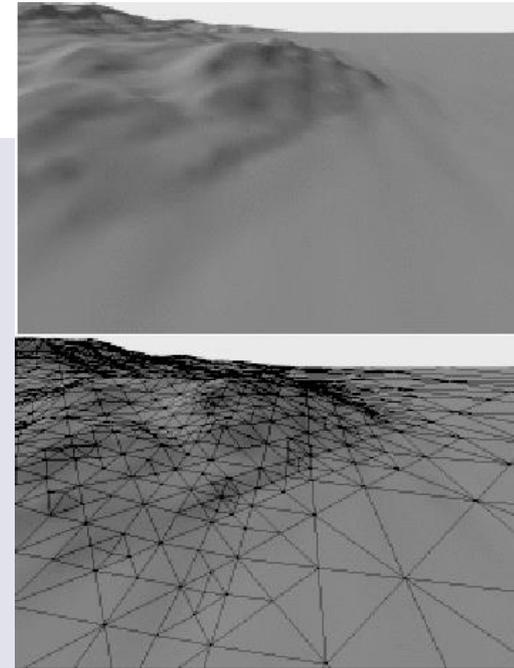
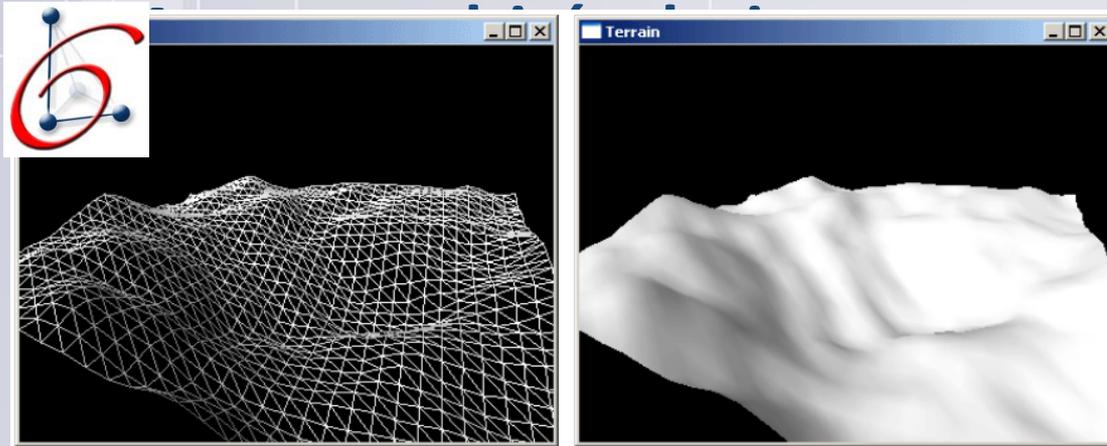
- Les villes virtuelles se retrouvent à l'interface de plusieurs mondes qui étaient autrefois complètement séparés

- BIM
- CAO
- SIG

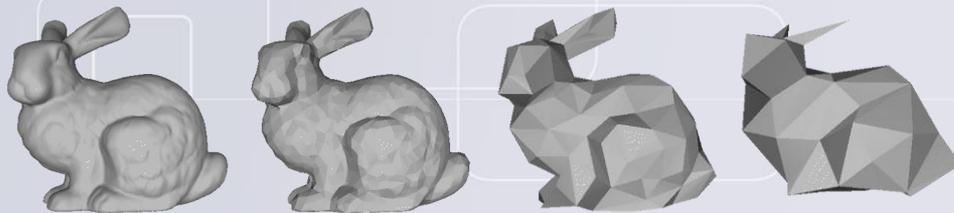


Modéliser (géométrie)

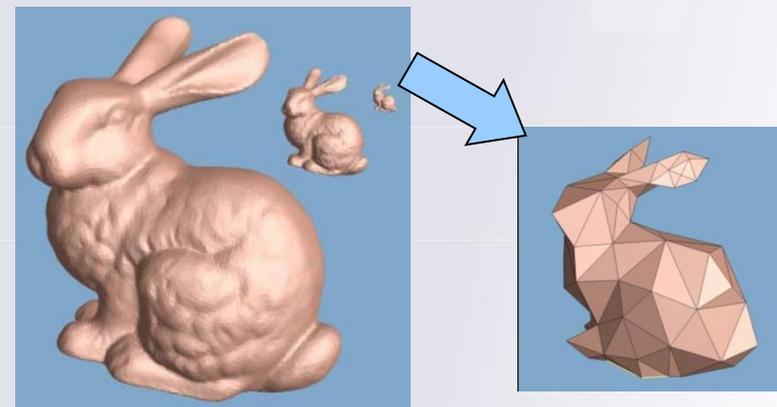
■ Quel type de données ?



Duchaineau (ROAMING Terrain)

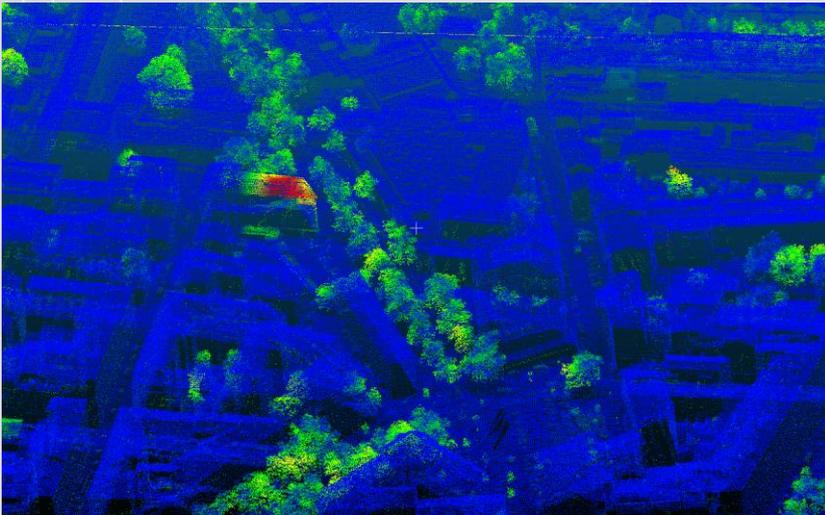


Amitabh Varshney : <http://www.cs.umd.edu/gvil>



Stocker

- **Stocker les données 3D,**
 - Données de plus en plus importante (lidar, ...)
 - Géométrie 3D
 - PostGIS
 - Oracle 11g

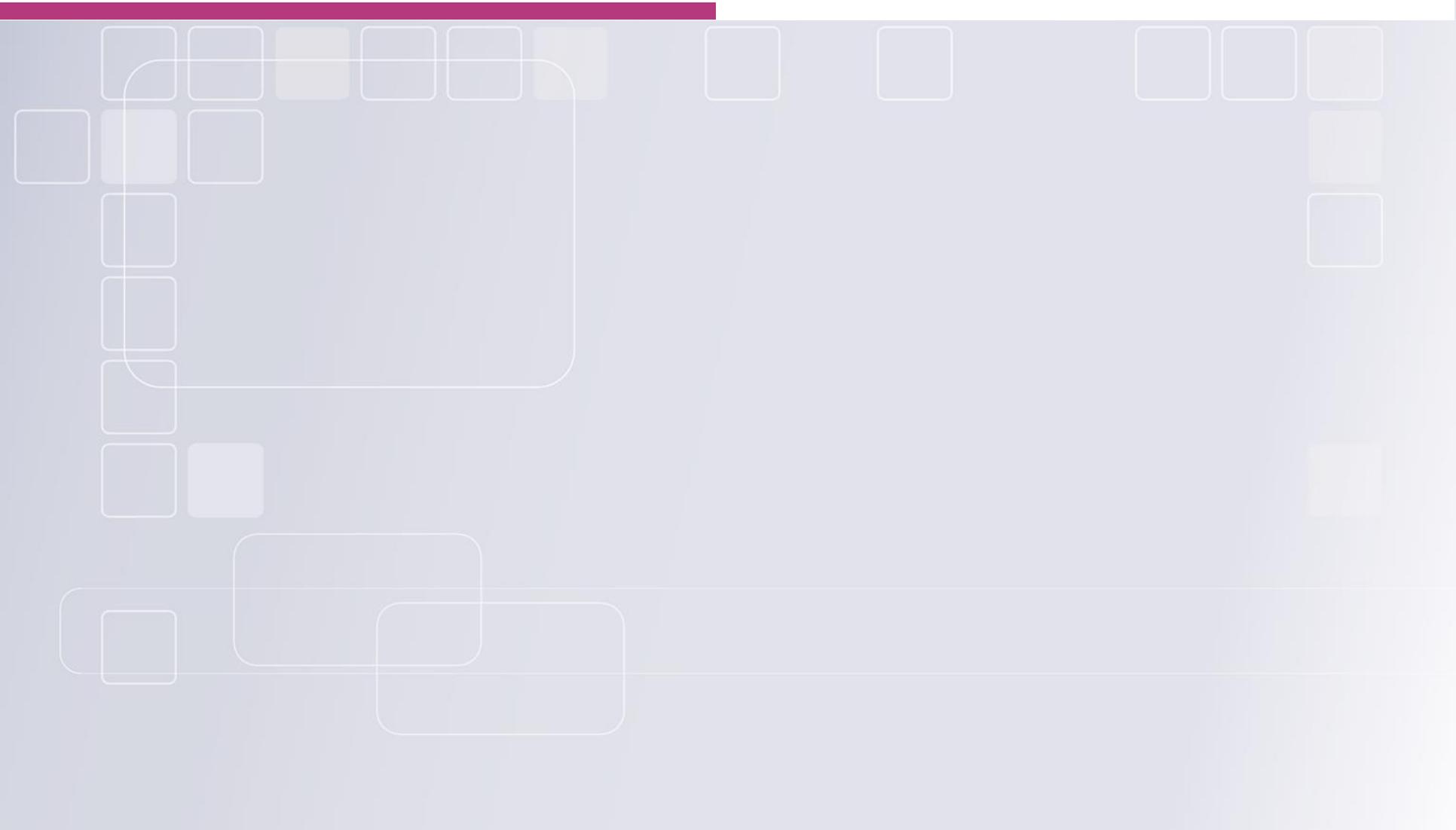


1500 km² de points (Lyon métropole)



Données brutes (effectué par la
fondation CyArk) :
70 Go de données
1,5 milliards de points (x, y, z, R, G, B)

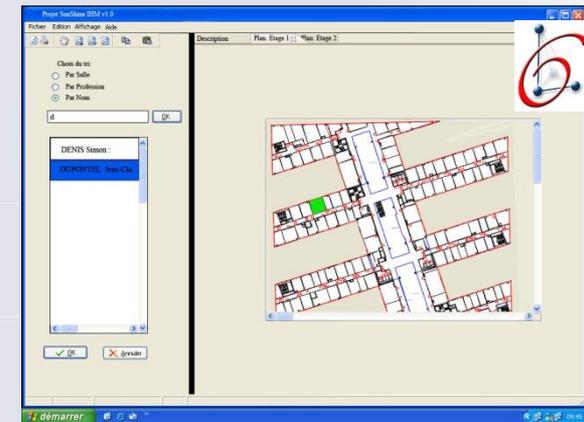
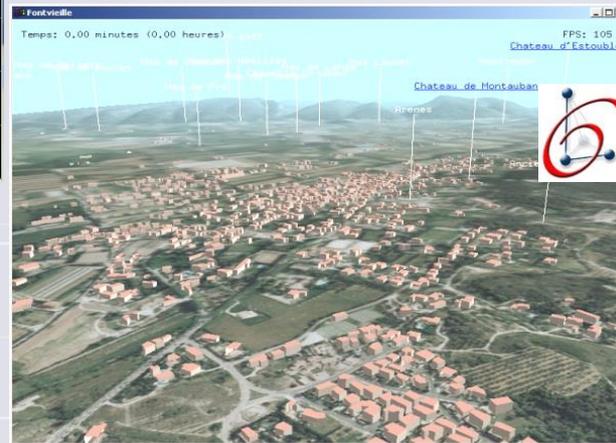
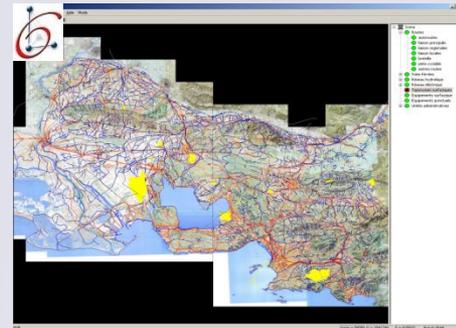
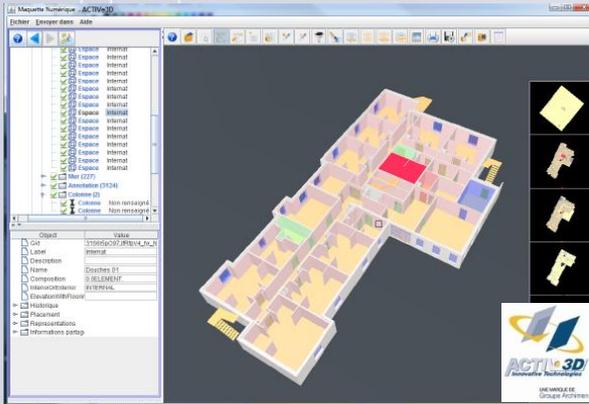
Retour sur les modèles ...



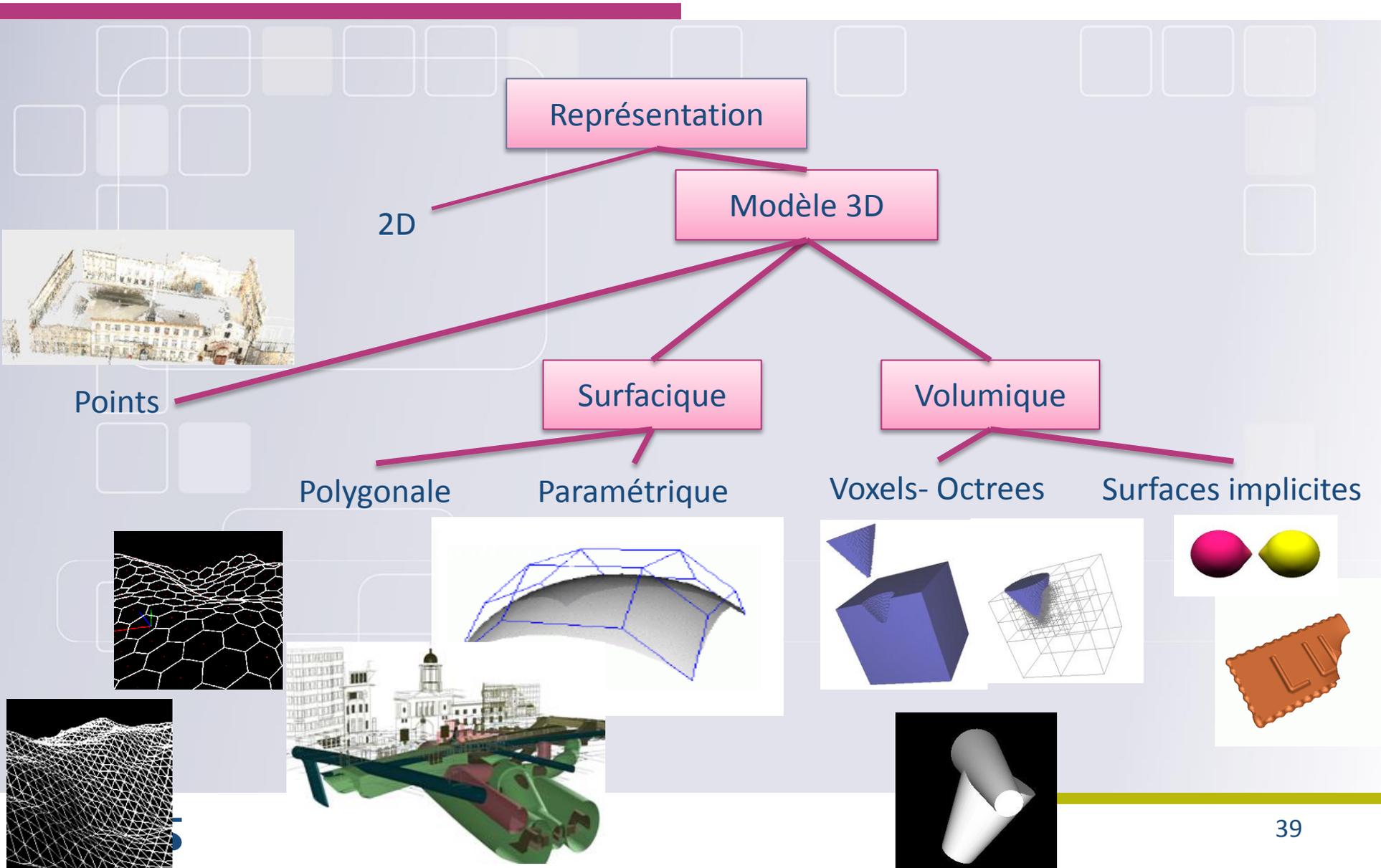
Des modèles issus de différentes sources

Les villes virtuelles se retrouvent à l'interface de plusieurs mondes qui étaient autrefois complètement séparé

BIM, CAO, SIG



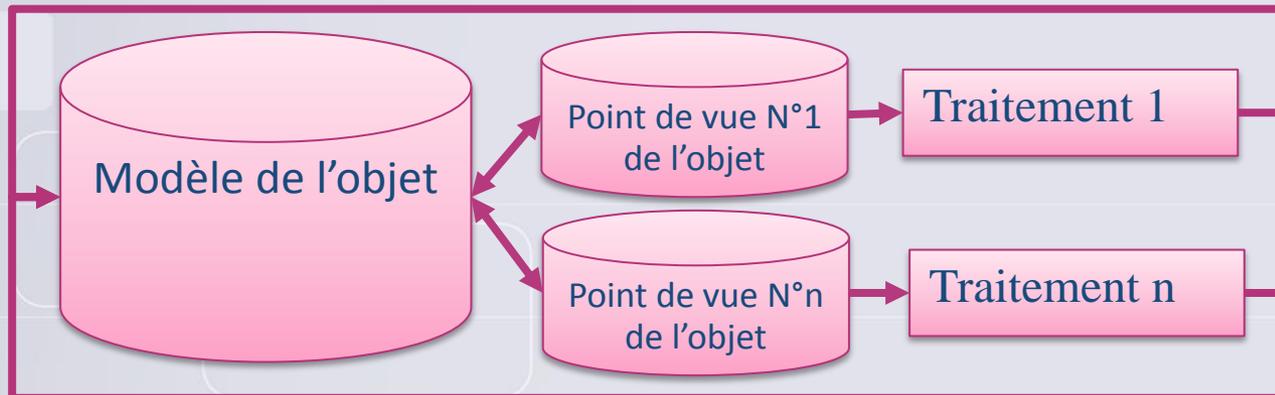
Quel modèle ?



Naviguer entre modèles

■ Un modèle- des modèles ?

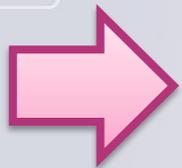
- Quel modèle choisir ?
 - Un modèle pour le calcul
 - Un modèle pour la visualisation
- Ou une structure centrale dont on peut extraire plusieurs vues



Géométrie et sémantique

■ Place et rôle du modèle

- En CAO, le plan « d'antan » contenait beaucoup d'autres informations que la géométrie
 - Epaisseur des traits
 - Cotation
 - Texte
 - Cartouche
 - ...



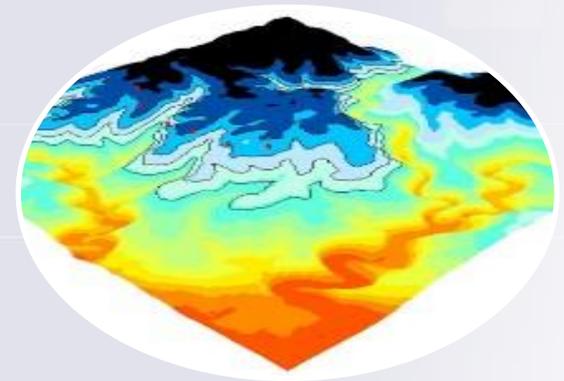
La sémantique liée à la géométrie est induite par l'utilisation de styles

Géométrie et sémantique

■ Importance de la sémantique

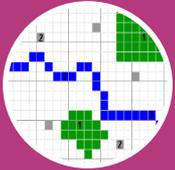
- Réseau routier
- Mailles et nœuds, et mesures physiques liées (température, ...)

■ Ne pas dissocier géométrie et sémantique



Donnée 3D dans les SIG

Données existantes dans les SIG



Raster (images)

- GeoTIFF
- PNG
- JPEG2000/ ECW



Vectorielles

- Points,
- Polygones
- Polygones
- ...



Semantique

- Attributs complémentaires



2.5 D

- Modèle numérique de terrain



3D

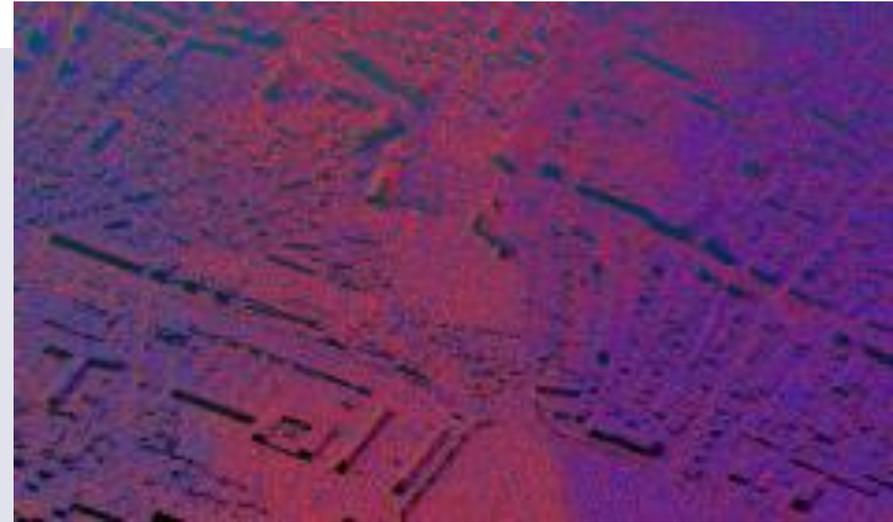
- Nuages de points
- Triangles
- volumes

- Points
- Lignes, polygones
- Surfaces
- Volumes

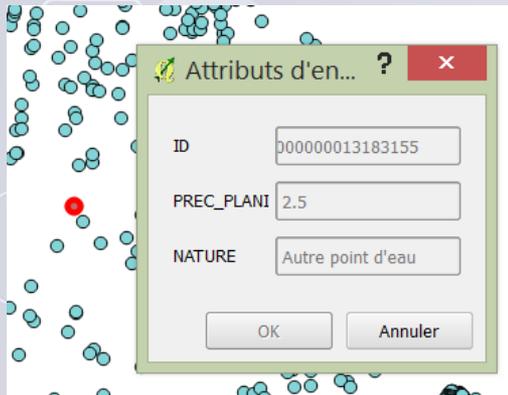
Points

■ Ensemble de points

- 2D + Hauteur
- 3D
- Liaison avec des informations sémantiques



Données LIDAR, Lyon



Points d'eau, Lyon

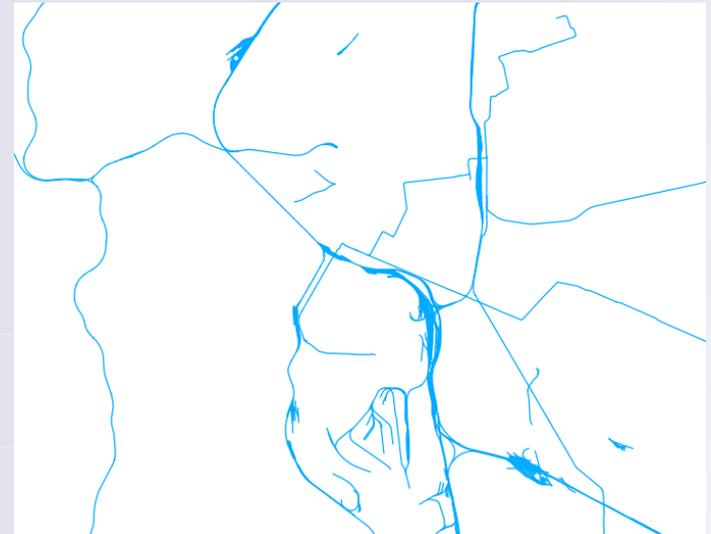
Lignes - Polyignes

■ Ensemble de lignes

- 2D + z_{\min}/z_{\max}
- 3D
- 3D+ temps (moving feature)



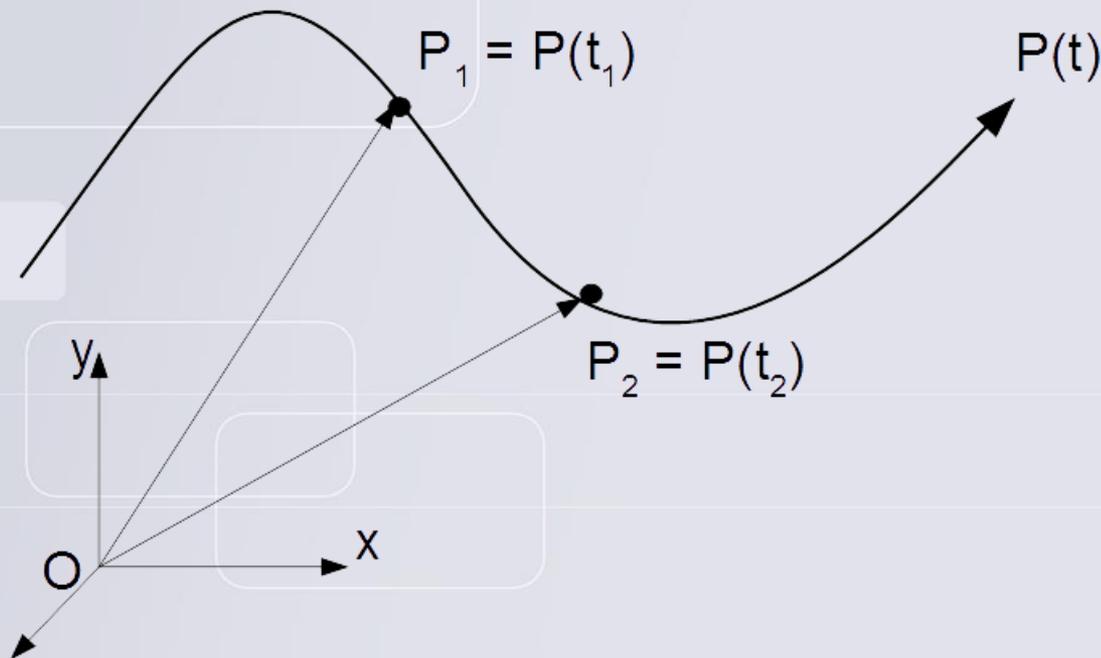
Réseau hydrographique Lyon



Réseau hydrographique Lyon

Courbes paramétriques

- Une courbe est engendrée par le déplacement d'un point P dans l'espace
- Pour faciliter l'interprétation, on peut prendre le temps t comme paramètre; mais n'importe quel scalaire u permet de décrire une courbe dans l'espace.



Courbes paramétriques

- Un courbe paramétrique dans l'espace \mathbb{R}^3 est définie par une fonction

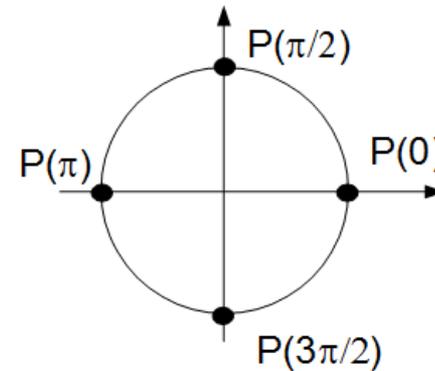
$$f : \mathbb{R} \rightarrow \mathbb{R}^3$$
$$u \rightarrow P(u) = \begin{cases} x(u) = f_x(u) \\ y(u) = f_y(u) \\ z(u) = f_z(u) \end{cases}$$

- Ainsi, pour chaque valeur du paramètre u , on calcule indépendamment les trois coordonnées x , y et z du point $P(u)$
- Une même courbe peut avoir plusieurs représentations paramétriques différentes

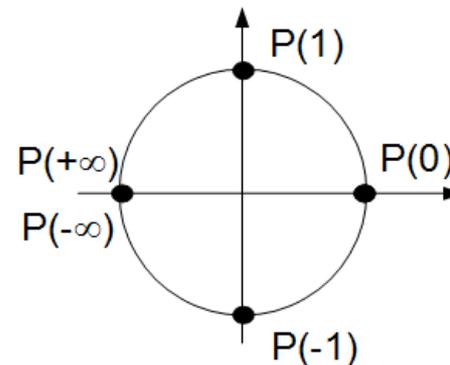
Courbes paramétriques

- Equations paramétriques du cercle de rayon r , centré à l'origine (dans \mathbb{R}^2) :

$$- P(u) : \begin{cases} x(u) = r \cos u \\ y(u) = r \sin u \end{cases} \quad u \in [0, 2\pi[$$



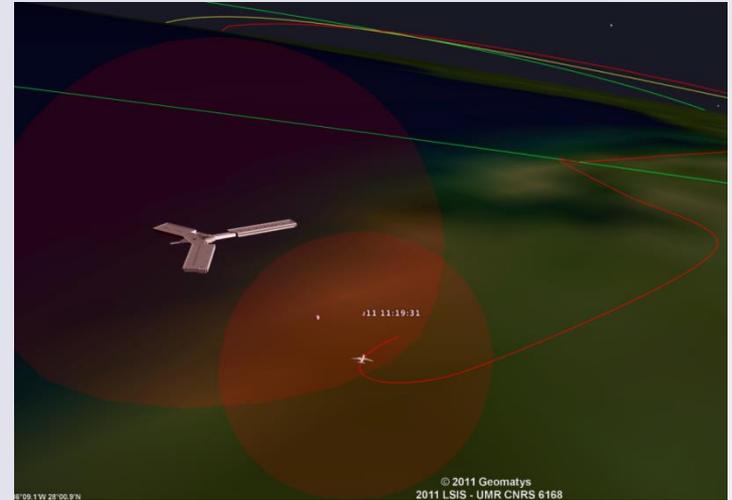
$$- P(u) : \begin{cases} x(u) = r \frac{1 - u^2}{1 + u^2} \\ y(u) = r \frac{2u}{1 + u^2} \end{cases} \quad u \in]-\infty, +\infty[$$



Courbes paramétriques

■ Diversité de courbes dans le monde des SIG

- Arcs de cercles
- Béziérs, B-Splines, Nurbs
- Clothoïdes
- ...



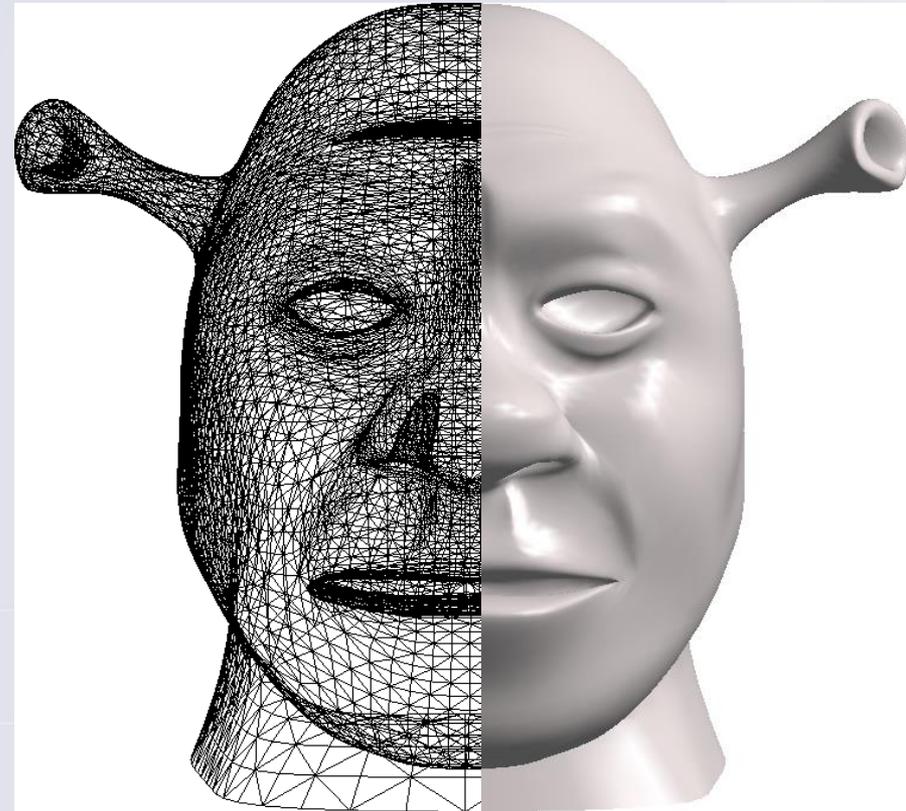
Modèles polygonaux

■ Modèles polygonaux

- Ensemble de polygones non organisés (Soupe de polygones)
- Très utilisé en Information Géographique car la géométrie est considérée généralement uniquement comme un simple attribut d'un objet
- Peut poser des problèmes d'optimisation des mailles, redondance des points entre les objets
- Aucune relation topologique entre les objets via la géométrie

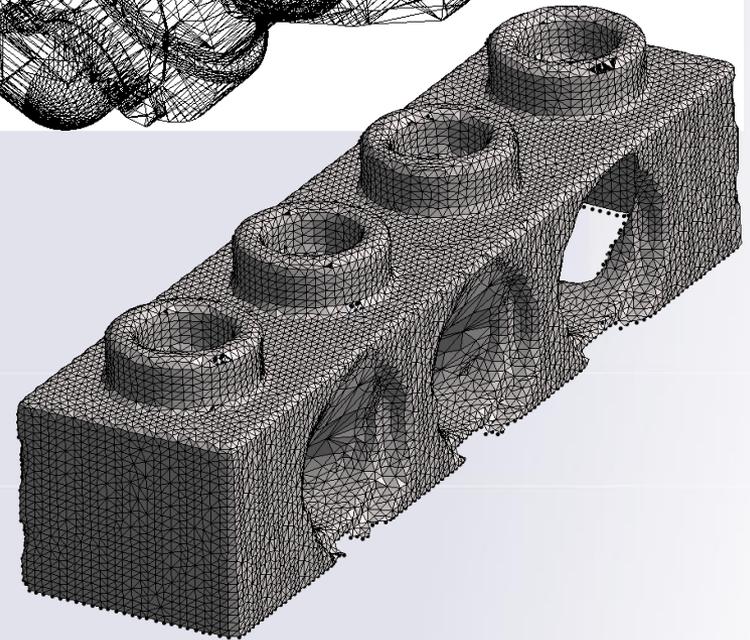
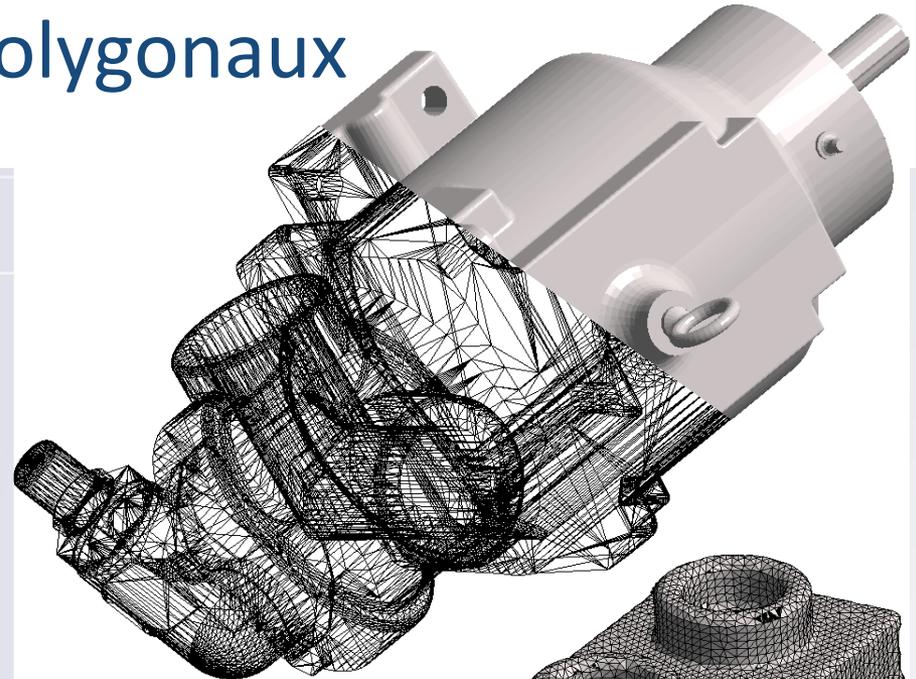
Modèles polygonaux

- Une structure standard d'affichage de scènes complexes 3D.
- Représentation de la face par un ensemble de polygone.
- Souvent des triangles (simplexe pour une face).
- Visualisation optimisée par la majorité des cartes graphiques.



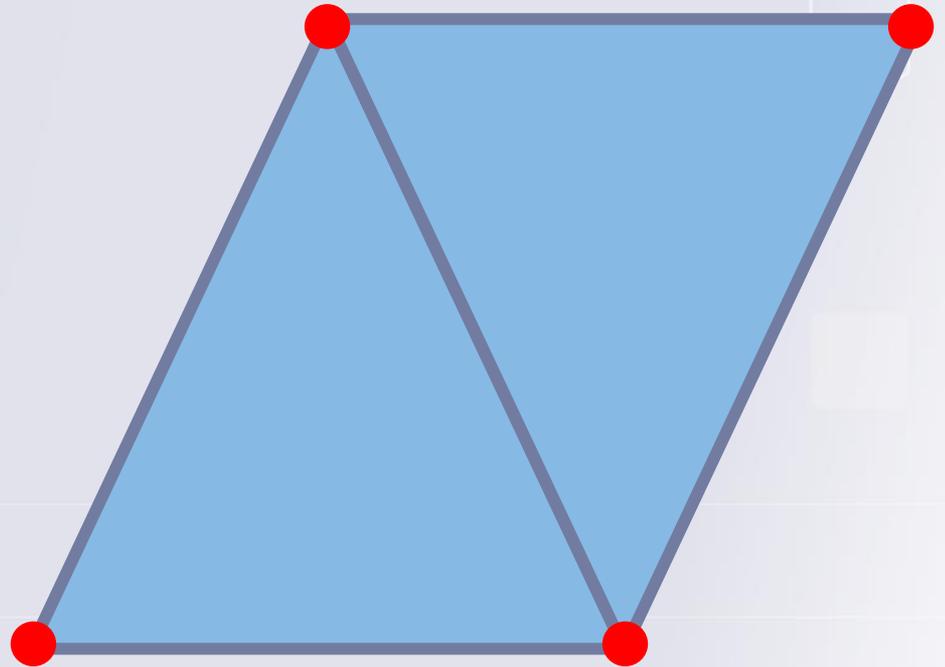
Modèles polygonaux

- Continuité C0 (discontinuité aux arêtes)
- Informations sur la géométrie et sur la topologie de la surface
- Les équations géométriques des surfaces ne sont pas toujours disponibles (scans).



Modèles polygonaux

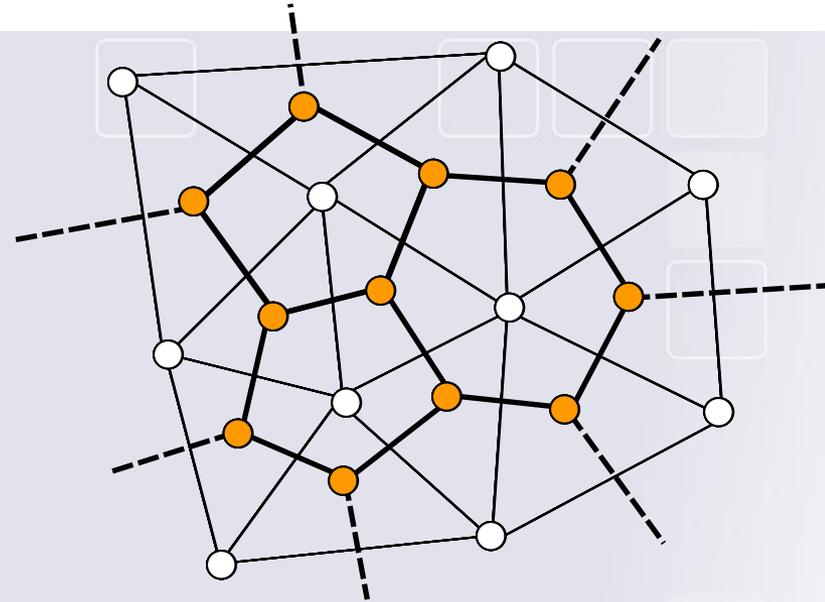
- **Propriétés :**
 - vocabulaire**
- **Entités d'un maillage :**
 - sommets (x, y, z)
 - arêtes :
 - définies par 2 sommets
 - faces :
 - définis par n sommets ou définis par n arêtes
 - en général des triangles ($n = 3$)



Modèles polygonaux

■ Maillage dual :

- chaque face est remplacée par un sommet barycentre de la face,
- une arête du dual relie deux sommets si les faces correspondantes sont voisines dans le maillage d'origine,
- les points sont remplacés par des faces,
- les objets de dimension k du maillage originale sont remplacés par des objets de dimension $(2-k)$ dans le dual.



Le maillage dual d'un maillage dual est égal au maillage original si celui-ci est fermé.

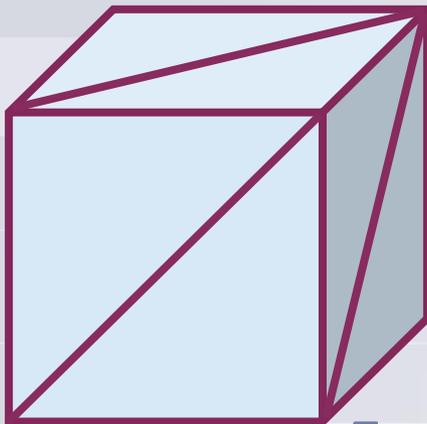
0-simplexe : point; 1-simplexe : Segment; 2-simplexe : surface

Modèles polygonaux

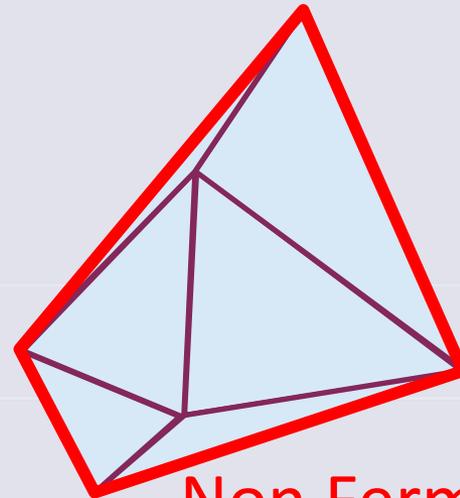
- Un maillage est dit fermé si :

- il n'a pas de bord,

- toutes les arêtes du maillage sont au moins partagées par deux triangles



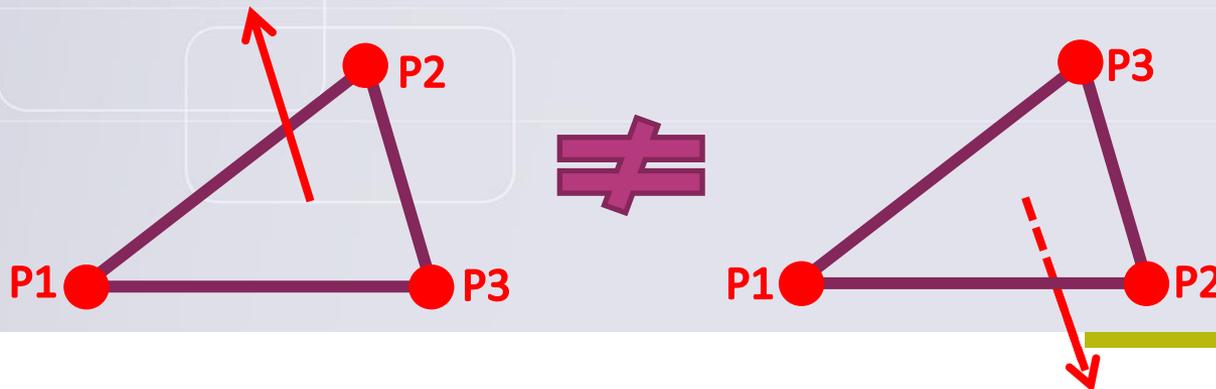
Fermé



Non Fermé

Modèles polygonaux

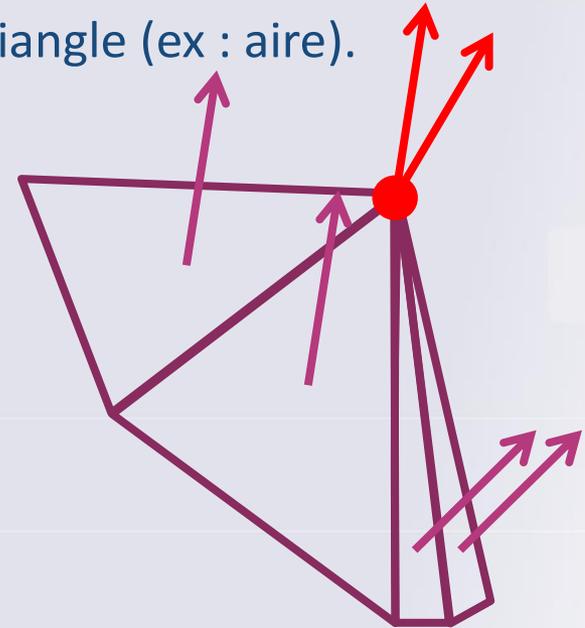
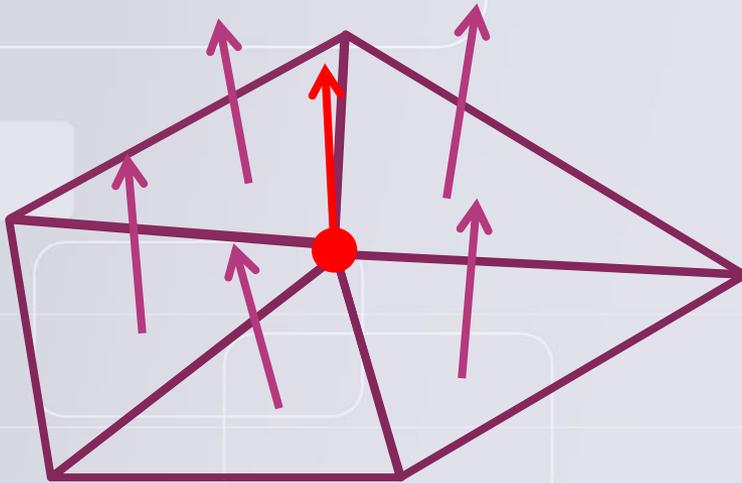
- On peut définir une normale par face :
 - elle permet de définir l'orientation de la face
 - elle est égale au produit vectoriel des deux premières arêtes
 - l'ordre des sommets dans une face est donc important
 - elle est utilisée pour définir l'extérieur ou l'intérieur ou pour l'éclairage à l'affichage.



Modèles polygonaux

■ On peut définir une normale par sommet :

- à partir des normales aux faces,
- normale au sommet = moyenne des normales des faces contenant de sommets,
- mieux si on pondère par une propriété du triangle (ex : aire).



Modèles polygonaux

■ Ce qu'il y a à stocker :

- les entités : sommets, arêtes, faces;
- les normales (par sommet ou face);
- les couleurs (par sommet ou face), ou les textures ...
- Les attributs liés aux entités (Mur, toit, identifiant de l'élément, ...)

■ Pour stocker un maillage il faut choisir entre :

- minimiser la taille mémoire,
- répéter le moins possible les coordonnées des points, ...
- faciliter le parcours dans le maillage,
- pour passer d'un sommet à l'autre, ...
- permettre d'extraire les informations de topologie.
- pour connaître les sommets liés à un autre sommet , les arêtes liées à un sommet, ...

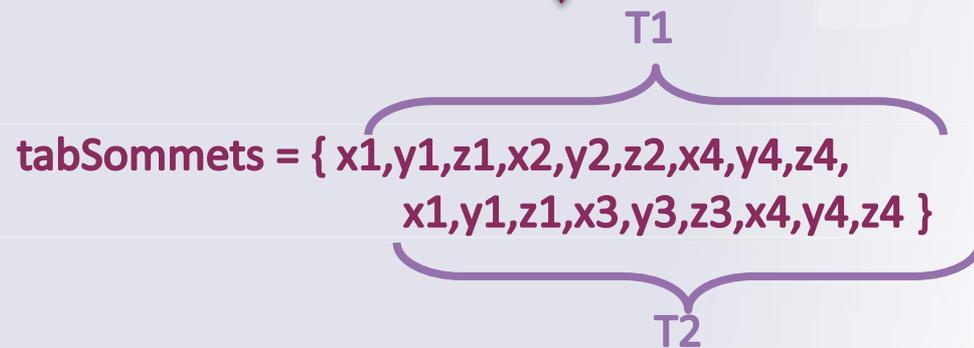
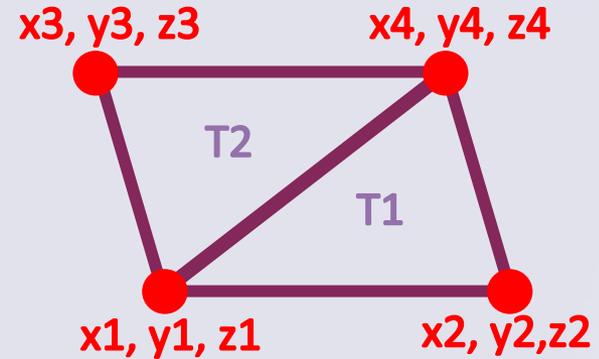
Modèles polygonaux

Approche naïve :

- maillage représenté par un unique tableau de sommet
- maillage non indexé,

Prend beaucoup de place

- les coordonnées des sommets sont répétées autant de fois qu'ils y a de faces qui les contiennent.

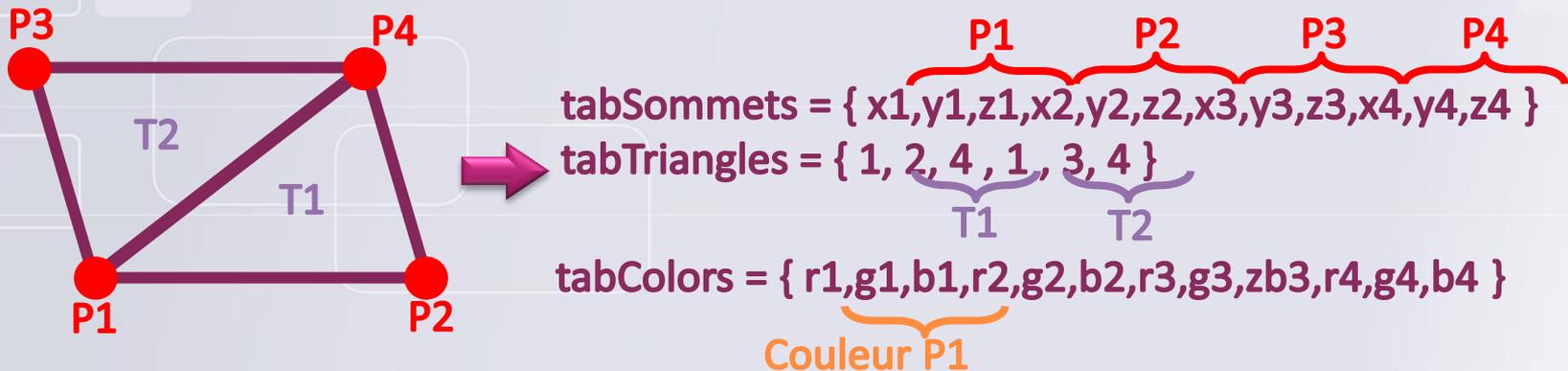


Modèles polygonaux

■ Approche classique :

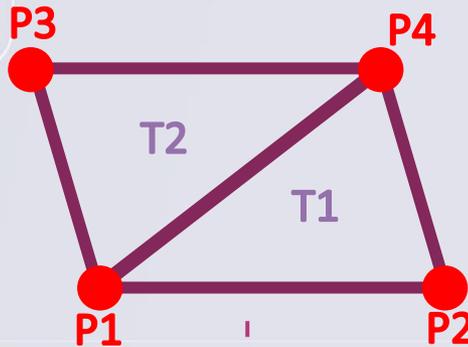
- maillage représenté par un ensemble de tableaux : un pour les sommets, un pour les faces, un pour les couleurs ... → maillage indexé,

■ les coordonnées des sommets ne sont plus répétées. → Pas pratique pour la topologie



Modèles polygonaux

- Approche Strip ou Fan:
- STRIP : maillage représenté par une bande,
- FAN : maillage défini autour d'un premier sommet.
 - ➔ Pas adapté à tous les maillages et pb topologie



STRIP
 $\text{tabSommets} = \{ x1, y1, z1, x2, y2, z2, x3, y3, z3, x4, y4, z4 \}$
 $\text{tabTriangles} = \{ 3, 1, 4, 2 \}$

Diagram illustrating the STRIP representation of the mesh. The vertices are listed in a sequence: P1, P2, P3, P4. The triangles are represented by indices: T1 (vertices 3, 1, 4) and T2 (vertices 1, 4, 2). Brackets indicate the vertex indices for each triangle.

FAN
 $\text{tabSommets} = \{ x1, y1, z1, x2, y2, z2, x3, y3, z3, x4, y4, z4 \}$
 $\text{tabTriangles} = \{ 4, 3, 1, 2 \}$

Diagram illustrating the FAN representation of the mesh. The vertices are listed in a sequence: P1, P2, P3, P4. The triangles are represented by indices: T1 (vertices 4, 3, 1) and T2 (vertices 1, 2, 4). Brackets indicate the vertex indices for each triangle.

Modèles polygonaux

■ Approche par arête :

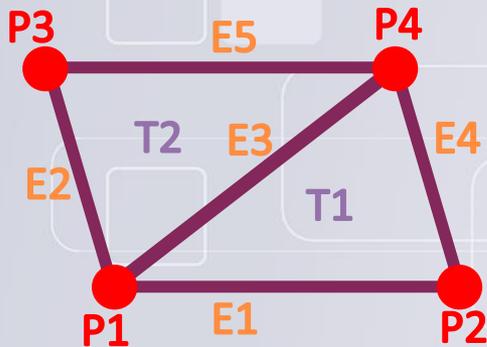
■ maillage représenté par

■ des sommets définis par 3 coordonnées,

■ des arêtes définies par 2 sommets et deux faces,

■ des faces définies par 3 arêtes.

➔ Prend beaucoup de place mais topologie simple



tabSommets = { x_1, y_1, z_1 , x_2, y_2, z_2 , x_3, y_3, z_3 , x_4, y_4, z_4 }

tabEdges = { P_1, P_2, T_1, \emptyset , P_1, P_3, T_2, \emptyset , P_1, P_4, T_1, T_2 , ... }

tabElements = { E_1, E_3, E_4 , E_2, E_3, E_5 }

T1

Modèles polygonaux

■ Approche par demi - arête :

■ une arête donne deux demi-arêtes définies par

■ la seconde demi-arête de l'arête,

■ l'arête suivante dans la face,

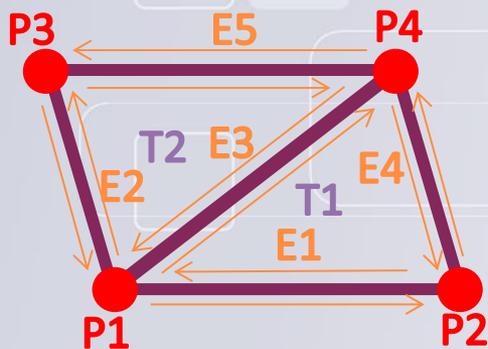
■ la face que borde l'arête

■ le sommet extrémité.



Prend de la place mais

- topologie/parcours simple
- suppression/ajout simple



tabSommets = { x_1, y_1, z_1 , x_2, y_2, z_2 , x_3, y_3, z_3 , x_4, y_4, z_4 }

tabEdges = { $E1', E3', T1, P2$, $E2', E5', T2, P3$, $E3', E2, T2, P1$, ... }

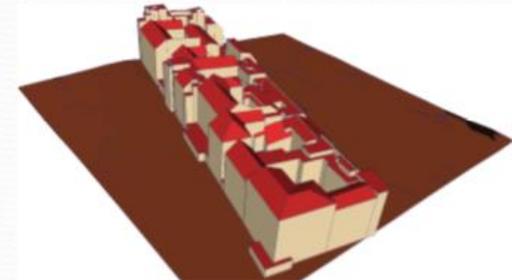
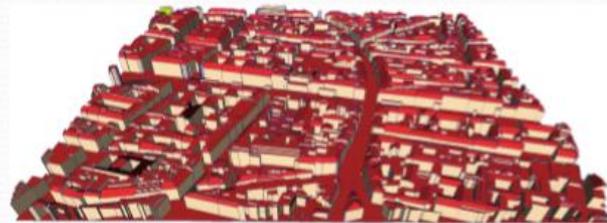
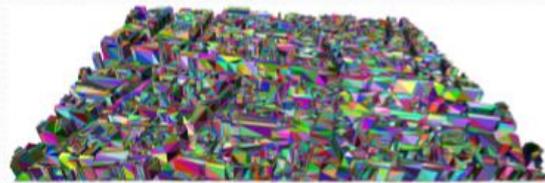
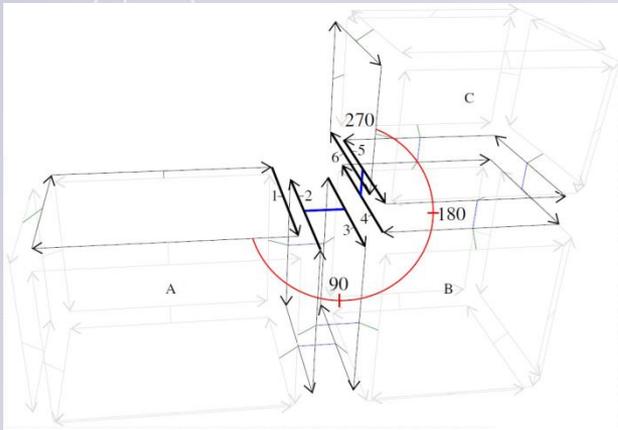
tabElement = { $E1, E2$ }

E1

E2

Modèles polygonaux et topologie

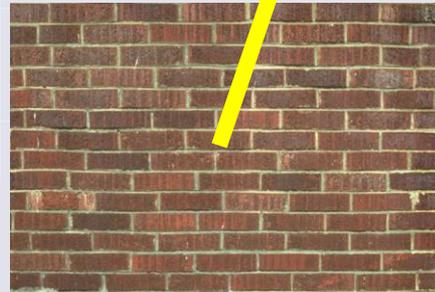
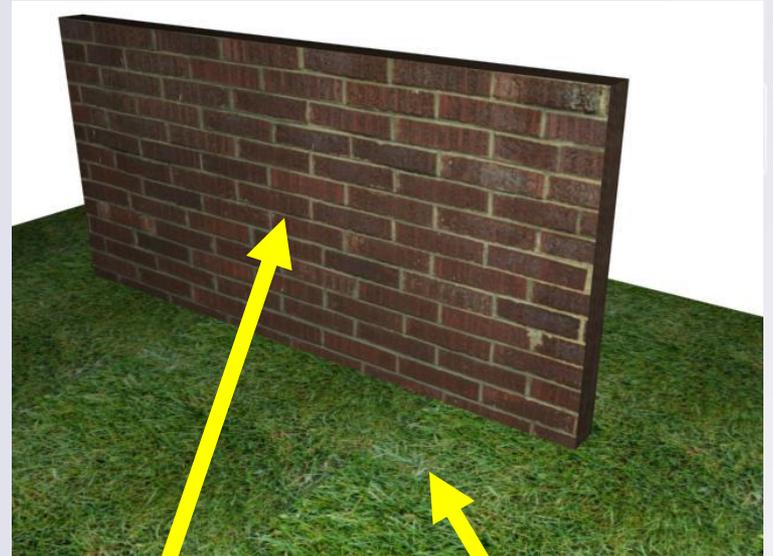
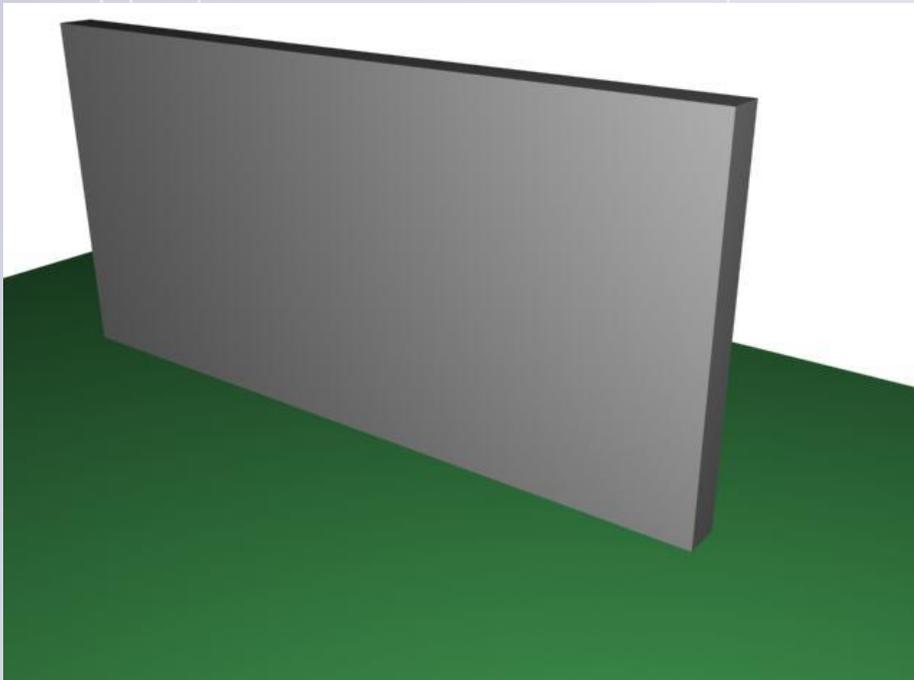
- Décomposition cellulaire du modèle (0-cells, ..., 3-cells):
- Reconstruction des liens intervolumiques.



A. A. Diakité, G. Damiand, G. Gesquière « AUTOMATIC SEMANTIZATION OF 3D BUILDING MODELS BASED ON GEOMETRIC AND TOPOLOGICAL INFORMATION », 3D Geoinfo 2014

Modèles polygonaux et textures

- Mettre en appariement la géométrie et les images qui la recouvre

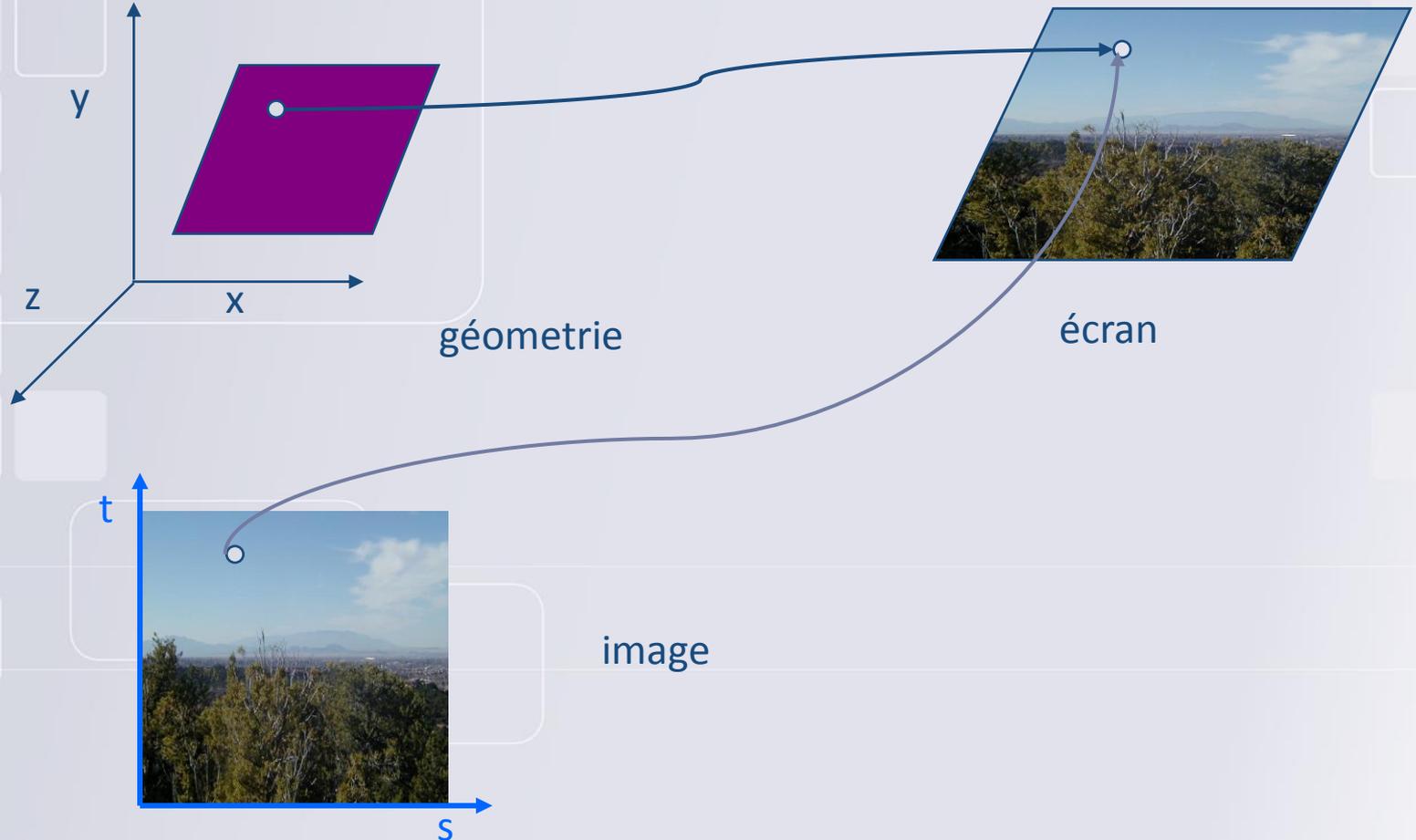


Modèles polygonaux et textures

- **Plaquage de textures (« texture mapping »)**
 - Plaquage d'images 1D, 2D ou 3D sur des primitives géométriques.
- **Objectifs**
 - Simuler des matériaux (pierre, bois, ...)
 - Réduire la complexité (nb de polygones) d'objets 3D
 - Simulation de surfaces réfléchissantes
 - ...

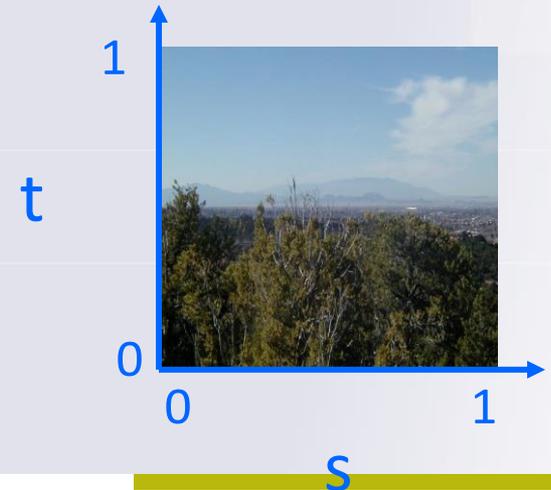
Modèles polygonaux et textures

■ Principe du plaquage de texture



Modèles polygonaux et textures

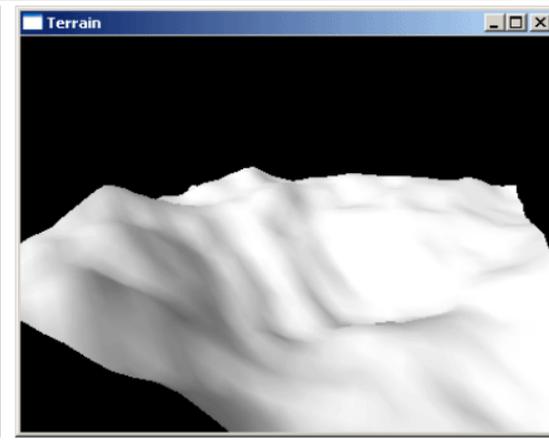
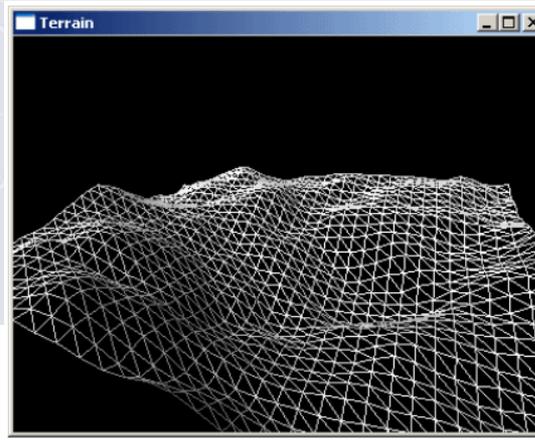
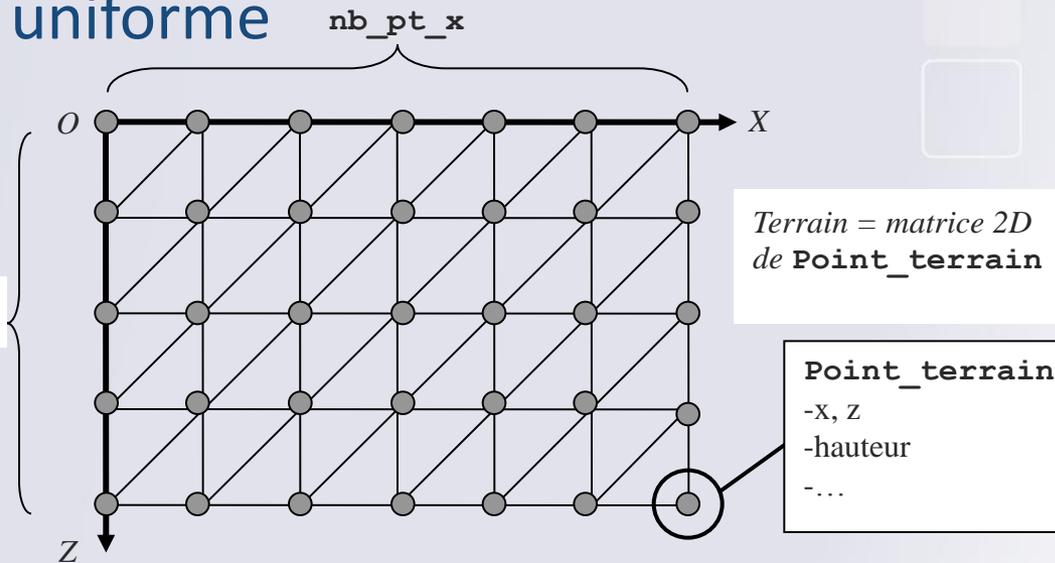
- Les textures sont des images qui peuvent être en 1D, 2D, 3D ou 4D. Les coordonnées de l'image sont notées s , t , r , q .
- Ex: pour une texture 2D, un point dans l'image est donné par ses coordonnées (s,t) , le coin inférieur gauche étant $(0,0)$ et le coin supérieur droit étant $(1,1)$.
- Remarque : Données 3D géospatiales, présence de coordonnées géographique liée à l'image qui rendent cette tâche implicite



Modèles polygonaux

■ Représentation de terrains

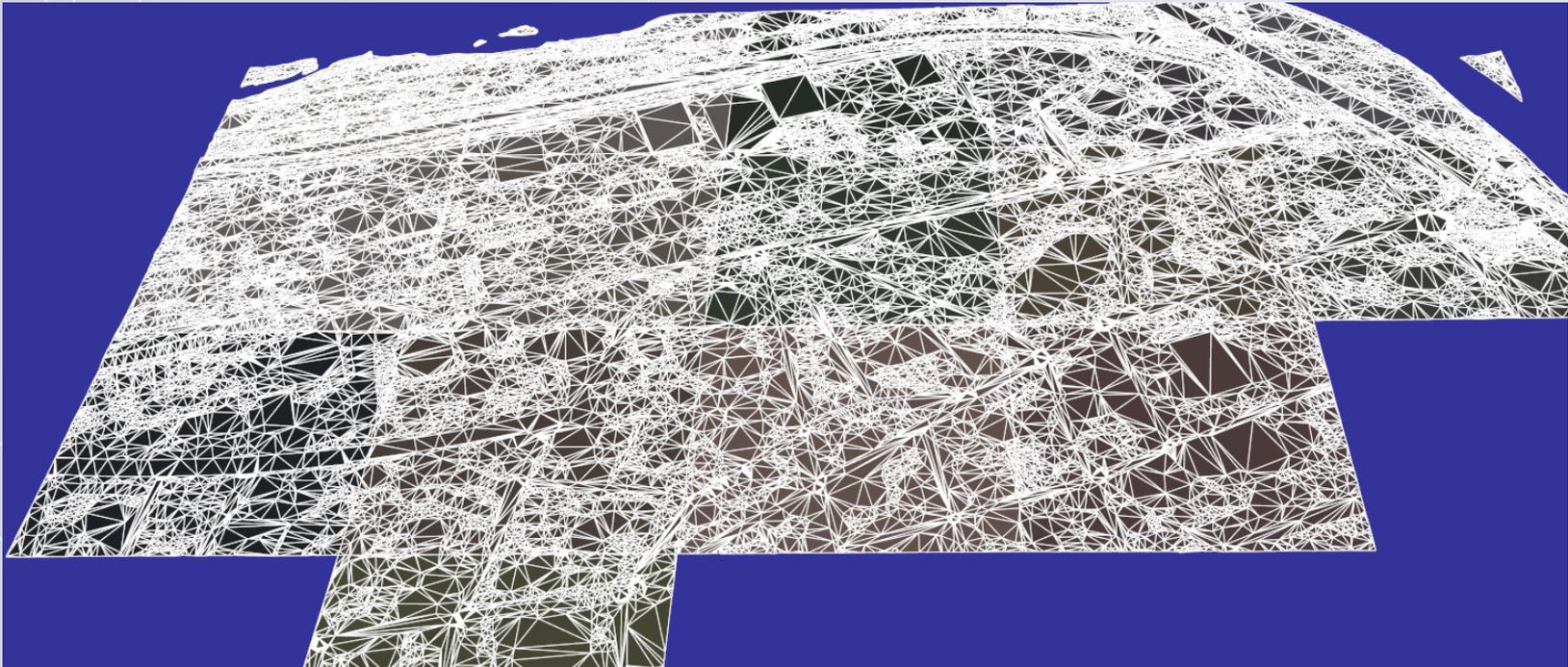
■ Exemple de maillage uniforme



Modèles polygonaux

■ Représentation de terrains

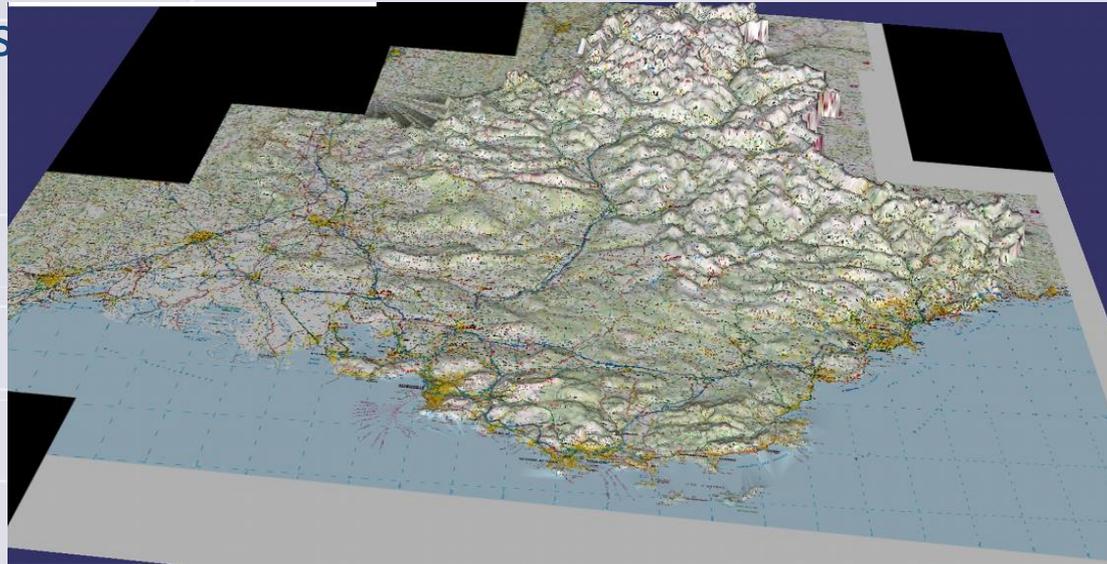
- Utilisation de maillages non uniformes (Triangulated irregular network)
- Couplage avec des tuiles



Modèles polygonaux

■ Exemple des terrains

- Problème : Un terrain peut parfois représenter des millions de faces.
- Impossible d'afficher en temps réel une zone de plusieurs km², nécessaire pour des simulateurs de vol par exemple ou de lancer des



Modèles polygonaux



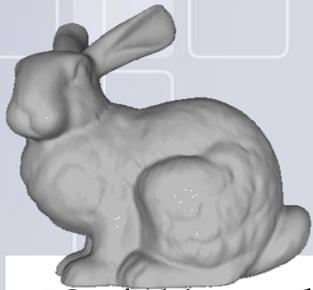
Grand Canyon

4,097 x 2,049 sommets ~ 16.7 millions de triangles

→ Il existe de nombreuses techniques de simplification / raffinement (pas abordées dans cette présentation)

Modèles polygonaux

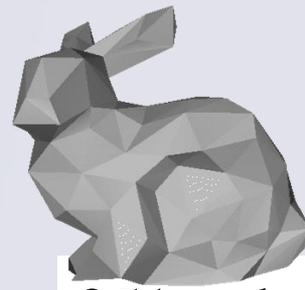
- Représentations à plusieurs niveaux de détail (LOD: Levels Of Details)



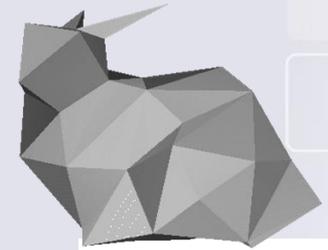
69,451 polys



2,502 polys

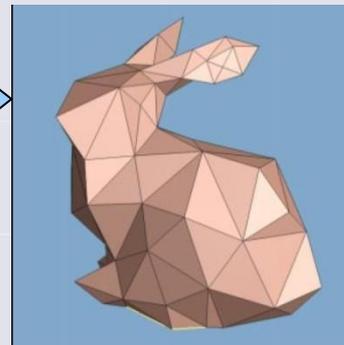
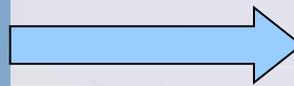
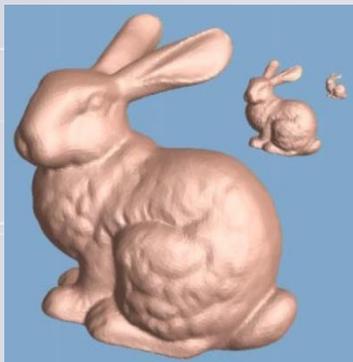


251 polys



76 polys

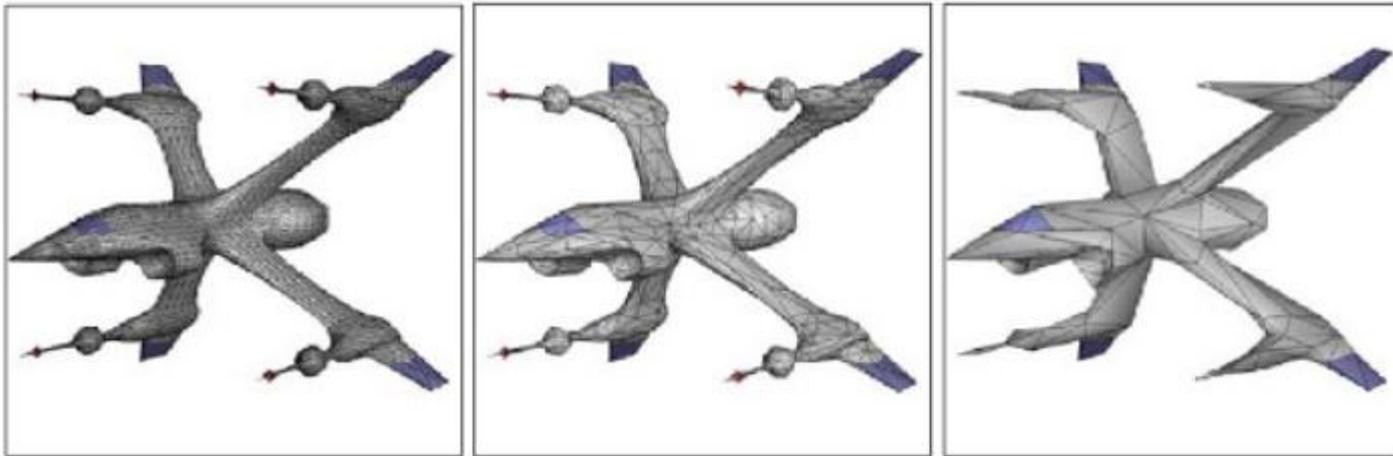
Courtesy Stanford 3D Scanning Repository



Amitabh Varshney : <http://www.cs.umd.edu/gvil>

Modèles polygonaux

- **Pour chaque objet dans la scène**
 - Stocker les différentes versions
 - Choisir la version appropriée
- **Comment construire la version simplifiée ?**
 - Combien ? Quel degré de simplification ?
- **Comment choisir la version appropriée**



Modèles polygonaux

■ Niveaux de détails

■ Agir sur la géométrie des objets

- Rendu dépendant du point de vue
- Rendu de scènes comportant un grand nombre d'objets (surtout pour la navigation interactive)
- Visualisation de terrains
- Transmission progressive de la géométrie via le réseau
- etc

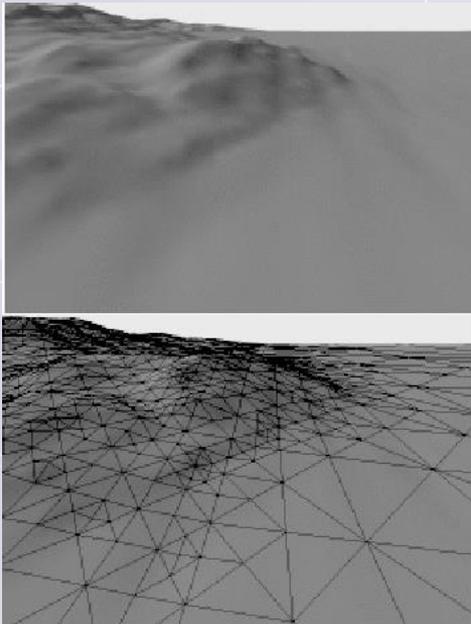
■ Trois types de LOD

- Discret
- Continu
- Dépendant du point de vue

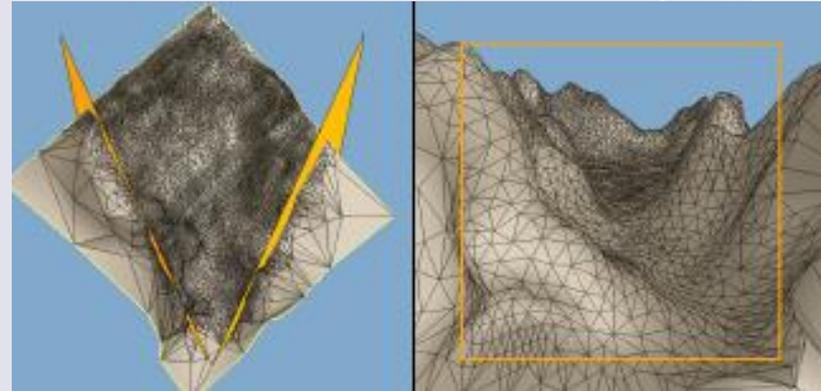
Modèles polygonaux

LOD dépendant du point de vue

- **LOD : ROAM (Real-time Optimally Adapting Meshes)**
- **Génération de triangles à la volée en fonction du point de vue.**



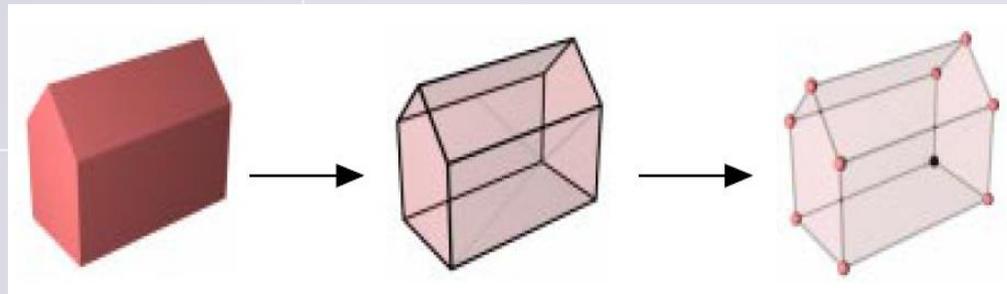
- **Progressive meshes.**
- **Pré- calcul de la simplification**



Modèles surfaciques

■ B-Rep (Boundary Representation)

- La géométrie d'un objet est défini par ses faces, ses arêtes, et ses sommets.



Décomposition du modèle B-Rep (De La Losa, 2000)

Représentation paramétrique

- **Forme générale d'une surface paramétrée:**

- Pour une courbe, un seul paramètre est nécessaire :

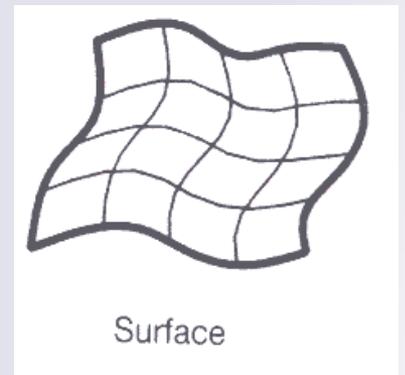
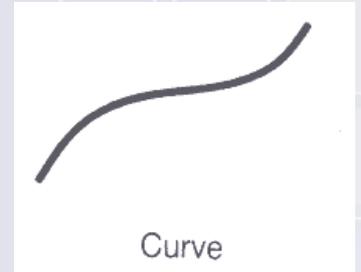
- $x = x(u)$ $y = y(u)$ $z = z(u)$

- Pour une surface, deux paramètres sont nécessaires :

- $x = x(u,v)$ $y = y(u,v)$ $z = z(u,v)$

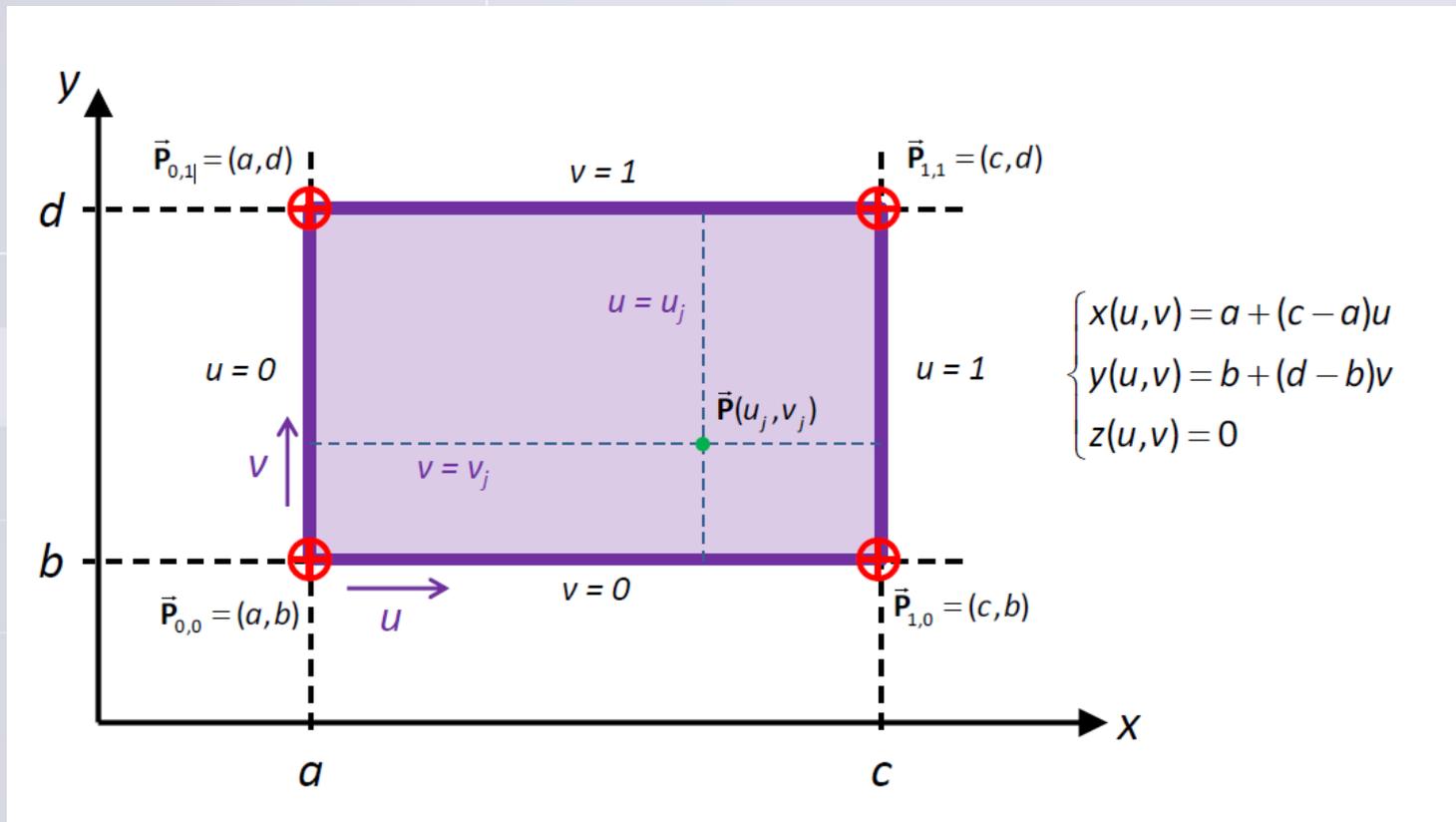
- **Caractéristiques générales**

- Les techniques de représentation sont des extensions des courbes paramétriques dans la seconde dimension v ;
- Les surfaces ainsi obtenues partagent beaucoup de caractéristiques avec les courbes correspondantes.



Représentation paramétrique

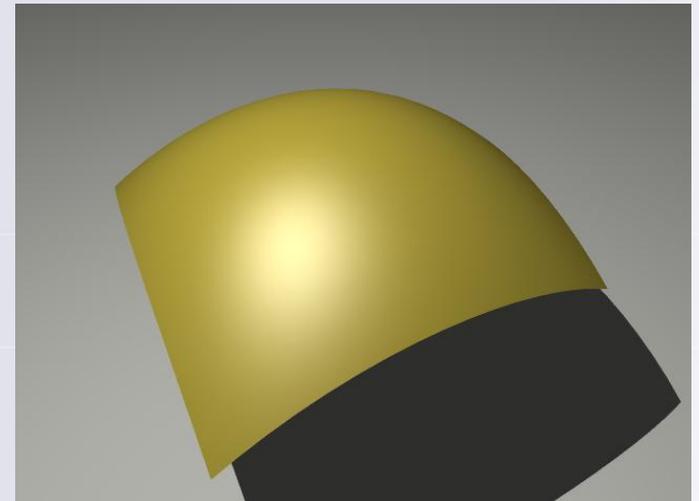
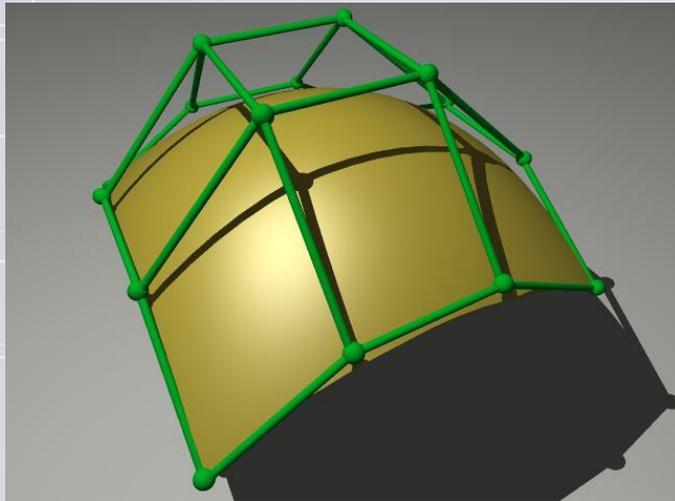
- Exemple simple: Carreau rectangulaire du plan XY...
 - Sommets $P_{0,0}(a, b)$, $P_{1,0}(c, b)$, $P_{1,1}(c, d)$, $P_{0,1}(a, d)$...



Représentation paramétrique

- **Exemple carreau de Bézier** : Un carreau de Bézier est défini à partir d'un maillage de contrôle et des polynômes de Bernstein de la façon suivante :

$$p(u, v) = \sum_{i=0}^n \sum_{j=0}^m B_i^n(u) B_j^m(v) S_{ij}$$



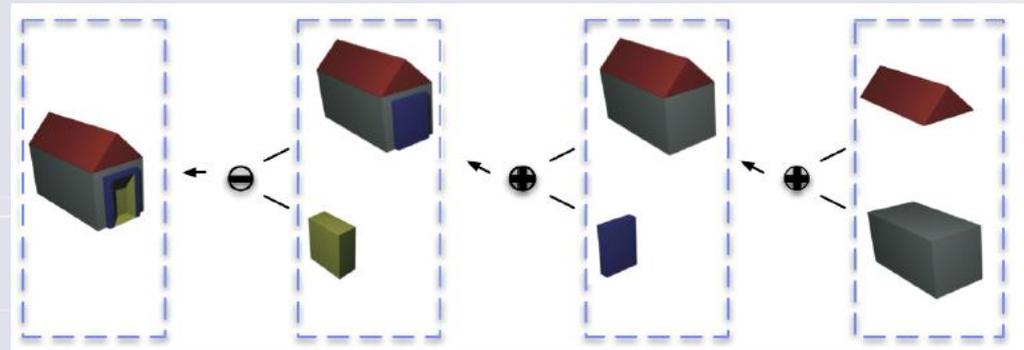
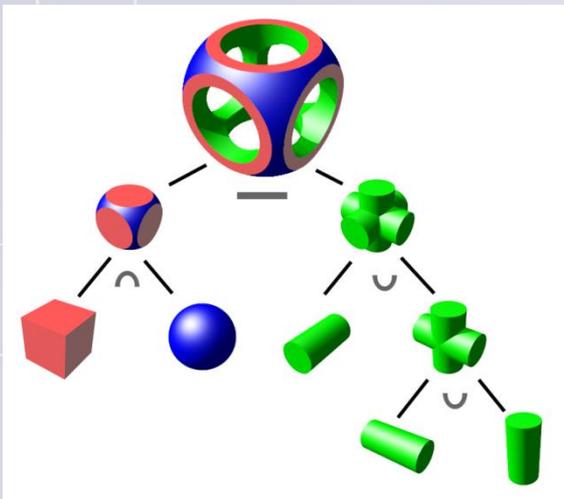
Modèles volumiques

- **Les modèles volumiques utilisent des solides pour représenter les objets.**
- **On définit les objets à l'aide objets simples, le plus souvent avec des opérations booléennes.**

Modèles volumiques

■ CSG (Constructive Solid Geometry)

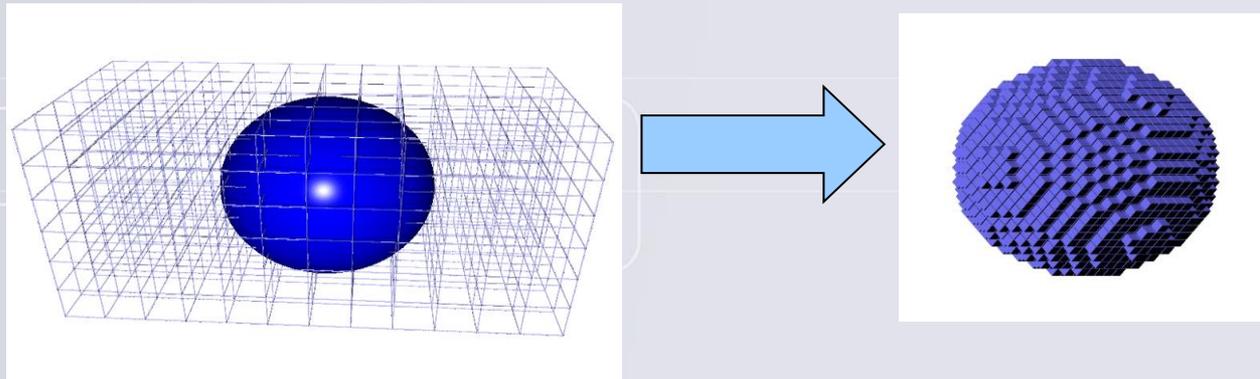
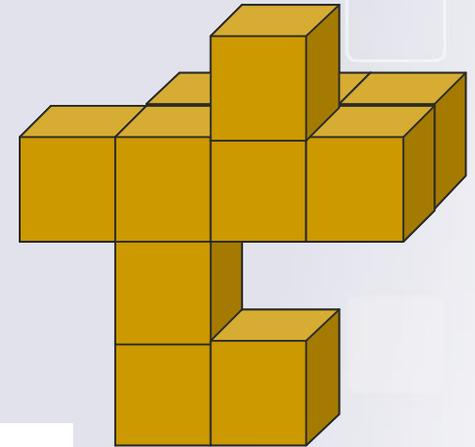
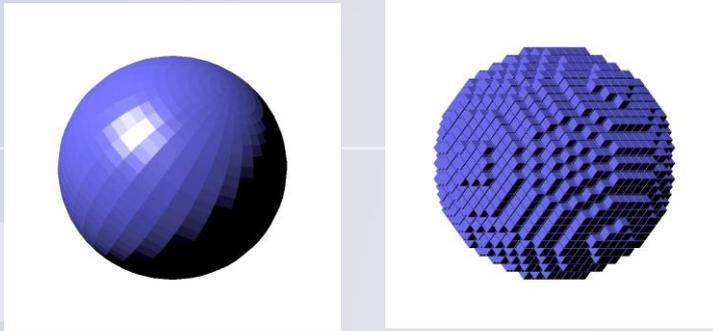
- Définition d'un objet complexe à travers un arbre binaire constitué de primitives volumiques simples (cube, sphère...) associées à l'aide d'opérateurs booléens ou des transformations géométriques.



Représentation d'un objet à l'aide d'un arbre CSG (Poupeau, 2008)

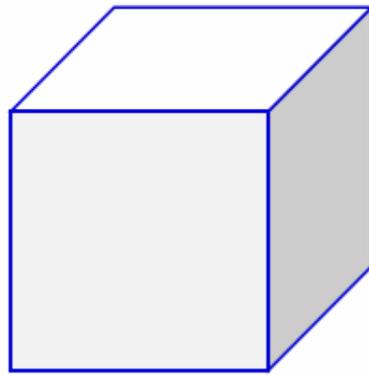
Modèles Volumiques

- Volumes discrets
- Voxel = éléments d'une grille 3D
- Présence ou absence de matière

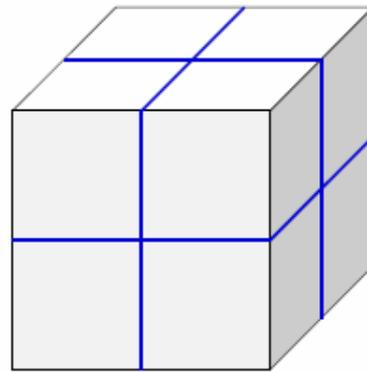


Modèles Volumiques

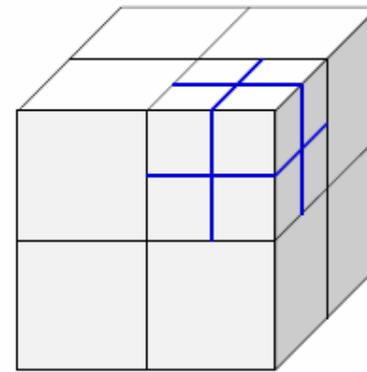
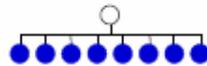
■ Octree adaptatif



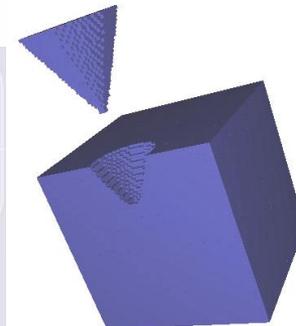
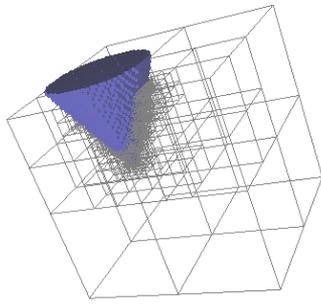
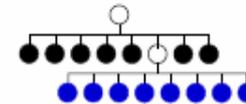
niveau 1



niveau 2

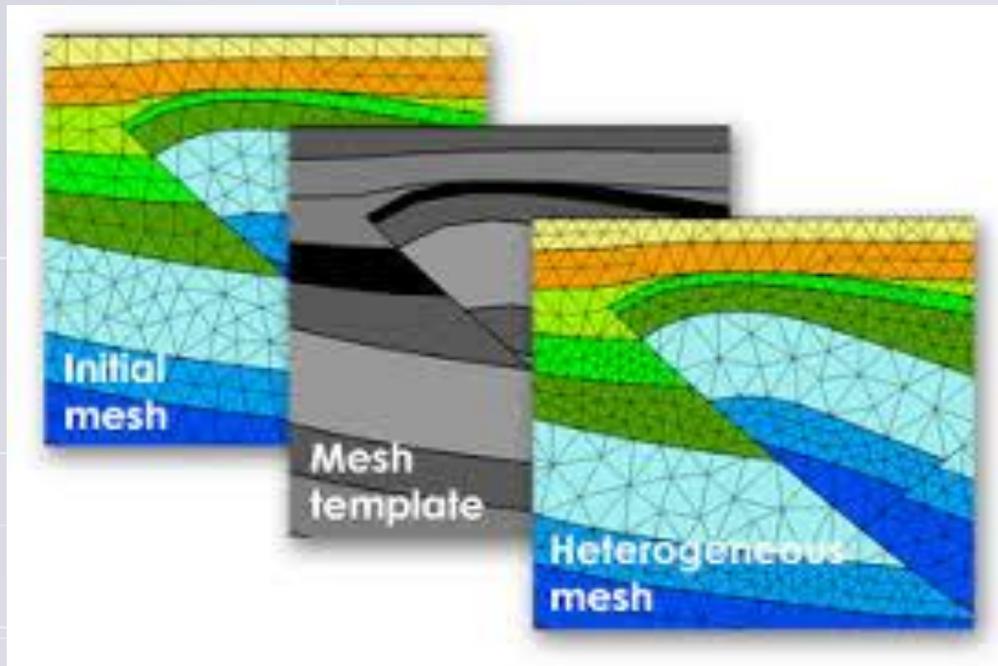


niveau 3



Modèles volumiques

- Hexaèdre + tétraèdres : modèles pour la simulation physique



<http://www.software.slb.com/products/foundation/pages/igeoss.aspx>

Génération procédurale

■ Génération d'objets à partir de règles définies



Home Research Teaching Background

Research
My research focuses on procedural generation of worlds in the LIRIS GeoMod team.
[Details](#)

GEOMOD LIRIS Team
I am a member of GeoMod Team of the LIRIS Laboratory. The team design algorithms and data structures related to geometric modeling. The main research topics of GeoMod are: modeling of complex natural scenes, 3D shape reconstruction, combinatorial aspect of compression, interactive visualization.
[Details](#)

Arches Platform
Our work on procedural... developed on the Arches platform allows for managing ar... geometric generated mode... procedurals methods. I'm in ch... platform.
[Details](#)

Contact
LIRIS UMR 5205
Université Claude Bernard Lyon 1
Bâtiment Nautibus
43, bd du 11 novembre 1918

Projects
2011-_____ : Bretez Project
I am involved in the project Bre...

<http://arches.liris.cnrs.fr/>

<http://liris.cnrs.fr/adrien.peytavie/>

Propriétés des modèles

- **La géométrie n'est plus la seule information que l'on veut connaître.**
- **D'autres propriétés sont importantes**
 - Couleurs, matériaux, textures
 - Animation dans le temps : comment se déplace l'objet au cours du temps ?
 - Sémantique : description de l'objet, coordonnées GPS....
 - Topologie
- **Les formats 3D usuels risquent de ne pas être à même de couvrir toutes ces contraintes...**

3D et interopérabilité

- **Rendre les données interopérables**
- **Normes pour la modélisation et l'encodage de l'information géospatiale**
- **Normes de modélisation et d'encodage liée à la gestion technique du patrimoine**
- **Norme de modélisation urbaine CityGML**
- **Norme et standards orientés visualisation pour l'information géospatiale 3D**
- **Vers une infrastructure interopérable**

Rendre les données interopérables

- **Interopérabilité : capacité d'un produit / système à fonctionner avec d'autres produits / systèmes**
- **Norme / Standard :**
 - Indicateur de la façon dont le dialogue entre les divers éléments doit s'opérer
 - Passerelle de communication, qui peut éventuellement s'adapter aux besoins changeants des éléments
- **Instances de normalisation / standardisation**
 - Information géographique :
 - **ISO TC/ 211**
 - **Open Geospatial Consortium (OGC)**
 - **CEN TC/ 287**
 - **AFNOR Commission Information Géographique et Spatiale**
 - **3D : Consortium Web3D**
 - **BIM : BuildingSMART**
 - **Données CAO : Open Design Alliance**
 - **Standards dédiés technologies graphiques (calcul, accélération) : Groupe Khronos**

Normes pour la modélisation et l'encodage de l'information géospatiale

■ ISO TC 211 :

- ISO/TS 19103 : utilisation d'UML pour info géographique
- ISO 19107 : modèle géométrique + topologique, 2D / 3D
- ISO 19108 : modèle temporel
- ISO 19125-1 : Simple Feature access + **Partie 2 (SQL)**
- ISO 19123 : modèle harmonisé 2D ou multidimensionnel et spatiotemporel pour l'imagerie couverture « coverage »
- ISO 19136 ⇔ standard OGC **GML 3.2.1** : format pour données géo 2D et 3D

■ Développement de schémas d'application en réutilisant les composants définis dans les normes abstraites

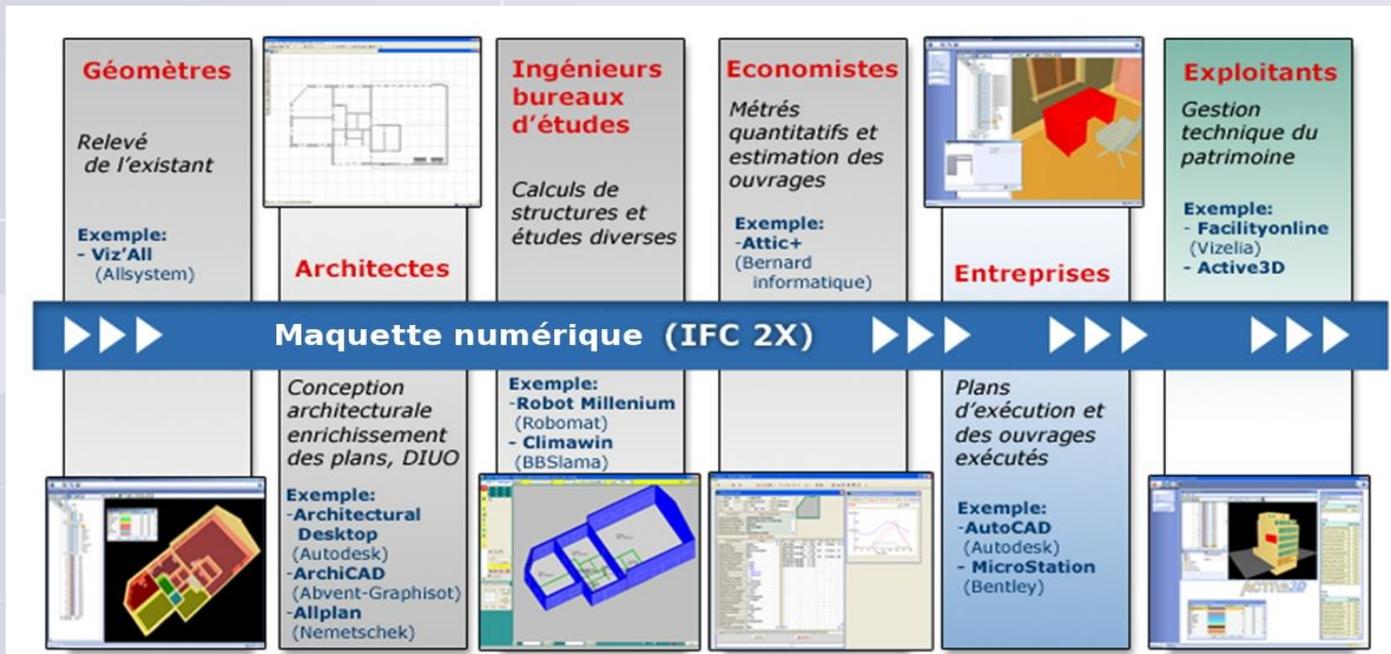
■ Échange de données :

Schéma d'application (UML) => codage Schéma XML
(conforme à GML)

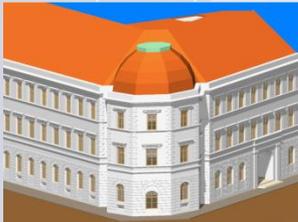
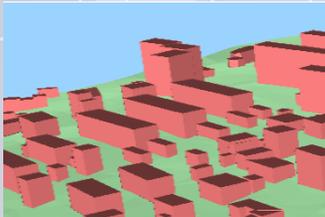
Normes de modélisation et d'encodage liée à la gestion technique du patrimoine

■ Normes pour les données tridimensionnelles.

- Formats issus de la CAO (STEP ISO 10303, IGES)
- Pour les bâtiments la norme IFC (ISO/PAS 16739).



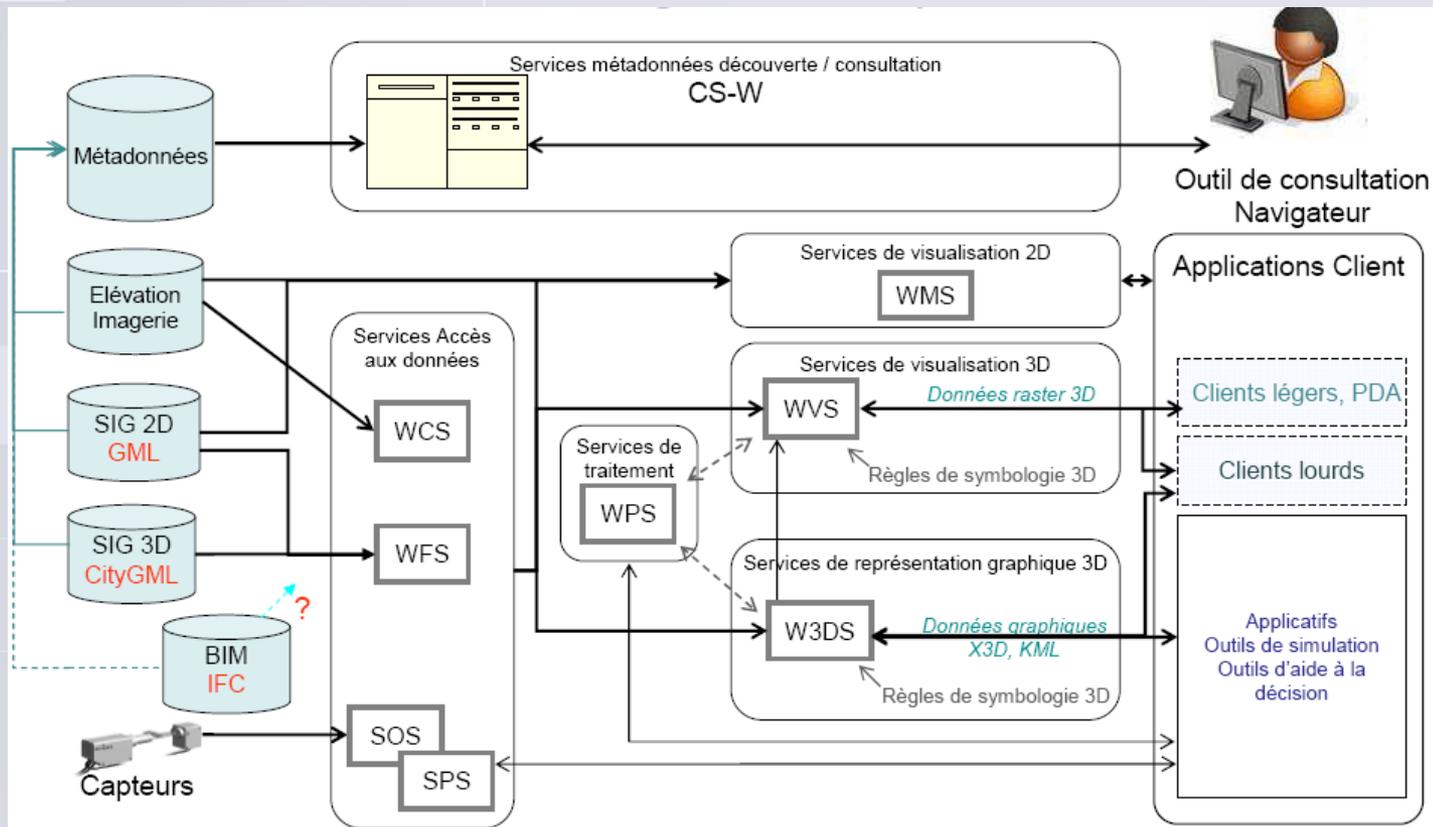
Standard de modélisation urbaine CityGML



- **Modélisation thématique** : bâtiments, réseaux de transport, hydrographie, végétation, relief du terrain, occupation des sols (OCS), mobilier urbain, textures, ...
- **Gestion du multi-échelle**
 - LOD0 : régional, représentation du terrain, OCS, réseaux transport
 - LOD1 : ville, bâtiments à toits plats
 - LOD2 : quartier, projets, structures des toits, végétation et mobilier urbain (généralisé)
 - LOD3 : modèle architectural (extérieur) et infrastructures ou objets urbains, végétation et mobilier urbain détaillés
 - LOD4 : modèle architectural (intérieur) (en cohérence avec modèle IFC)
- **Modélisation des données 2D (surfaiques) à 3D (solides) (de type vectoriel) avec possibilité de texturation**
- **Références externes: référencement d'objets de bases de données externes. Par ex. un bâtiment peut être lié à un objet d'une base de données cadastrale**
- **Schéma d'application GML3**

Vers une infrastructure interopérable

- Vers des infrastructures interopérables de modélisation et de simulation pour l'environnement urbain : Infrastructure OGC de services de découverte, fusion, représentation et visualisation



Standards 3D pour l'information géographique

■ Pour en savoir plus sur la partie urbaine



Devys E, Gesquière G, « La modélisation de la ville : Interopérabilité et intégration des données et modèles urbains : standards, normes et tendances », La Revue du CGDD, septembre 2012

Formats complémentaires pour véhiculer l'information 3D

■ Plusieurs formats standardisés parmi lesquels, on peut trouver :

■ Liés à l'information géographique

- GML et son extension cityGML

- KML

■ Gestion des bâtiments

- IFC

■ Des formats plutôt issus de la CAO

- DXF, 3DS, ...

Formats complémentaires pour véhiculer l'information 3D

■ GML (Geographic Markup Language)

- Format structuré avec XML

- Description géométrique des objets à l'aide de :

- Géométries simples : Points, Lignes, Polygones

- *Les polygones peuvent avoir des trous (intérieur)*

- Géométries multiples : permet de regrouper des objets non-contigus (ensembles de points/lignes/polygones)

- La version GML 3 permet de définir la géométrie :

- *Courbes : enrichissent l'objet ligne avec arcs, Splines cubiques, Bézier*

- *Surface : représentation polygonale (triangles...)*

Formats complémentaires pour véhiculer l'information 3D

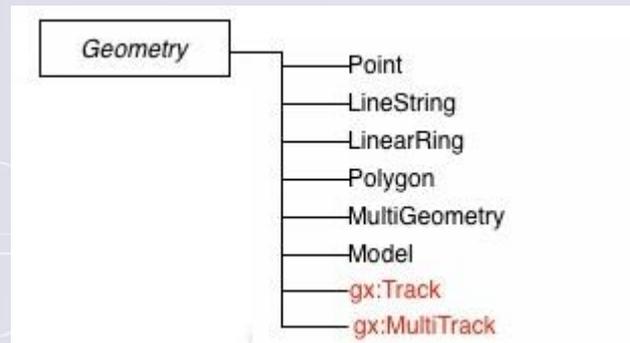
■ Représentation de la 3D dans CityGML

- S'appuie sur GML 3
- Définit les objets selon un ensemble de primitives géométriques pouvant être combinée afin de créer des géométries composées, complexes ou des agrégations (MultiSolid, MultiPoint...)

Formats complémentaires pour véhiculer l'information 3D

■ KML (Keyhole Markup Language)

- Respecte la définition de la géométrie du format GML versions 1 et 2 (standard OGC)
- Dernière version de KML a permis d'ajouter des composants supplémentaires



- Modifications en cours au sein de l'OGC...

Formats complémentaires pour véhiculer l'information 3D

■ IFC (Industry Foundation Class)

- Modèle dédié au bâtiment
- Permet aussi de modéliser la géométrie par
 - Maillage
 - Surfaces
 - Volumes
- Le choix du modèle de représentation peut être imposé en fonction du type d'objet (plomberie, murs, architecture du bâtiment...)
- Discussion afin de rendre plus compatible l'intérieur du bâtiment (IFC) et l'extérieur (CityGML)

Formats complémentaires pour véhiculer l'information 3D

- **Existe encore d'autres formats**
- **Ces formats possèdent tous leurs propres forces/faiblesses**
- **Souvent en réponse à une utilisation spécifique**

Formats complémentaires pour véhiculer l'information 3D

■ Comparaison de formats standards dans les domaines des CAD et GIS

Standard	X3D	U3D	KML	COLLADA	IFC	CityGML (GML)
Capacité						
Géométrie	+	+	0	+	++	+
Topologie	0	0		0	+	+
Sémantique	0			0 à +	++	++
Géoréférencement	+		+		(IFG) +	++
Apparence (textures)	+	+	0	++	0	+
Linking / embedding (gestion de donnée intégrée ou liée (référéncée))	+		++	++		++

Légende :

vide : non supporté

0 : support de niveau basique

+: support nominal (sophistiqué)

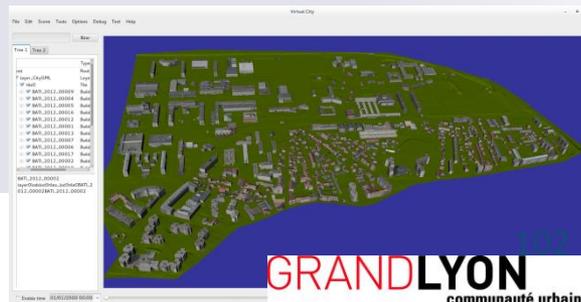
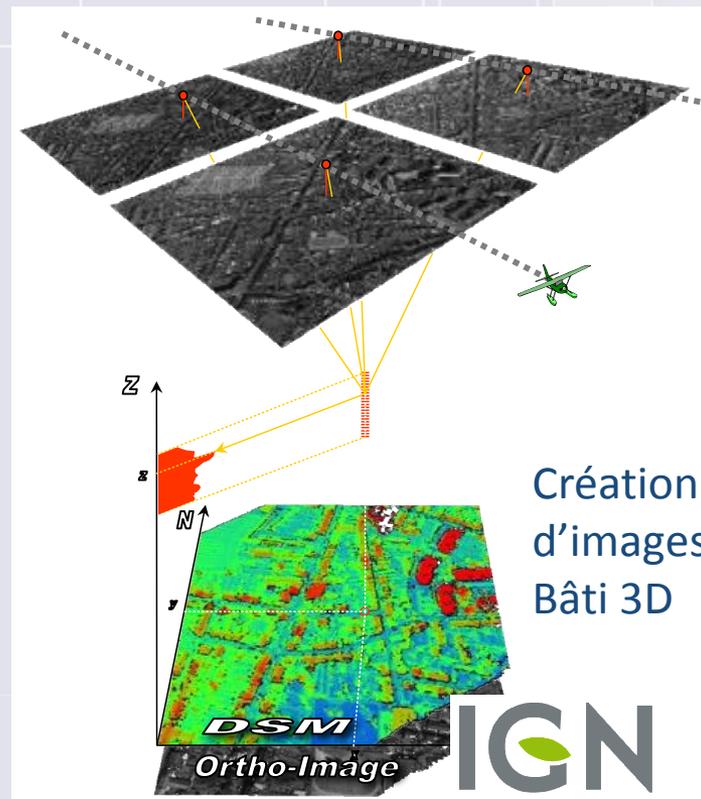
++ : support exhaustif



Les données à notre disposition

Émergence d'une donnée géographique 3D

- Lidar
- Scan 3D
- Photogrammétrie



Les données à notre disposition

- Images aériennes + paramètres d'aérotriangulation



111 images de 17310 x 11310 pixels pour le quartier Croix-Luizet (560 Mo / image)



GRAND LYON
communauté urbaine



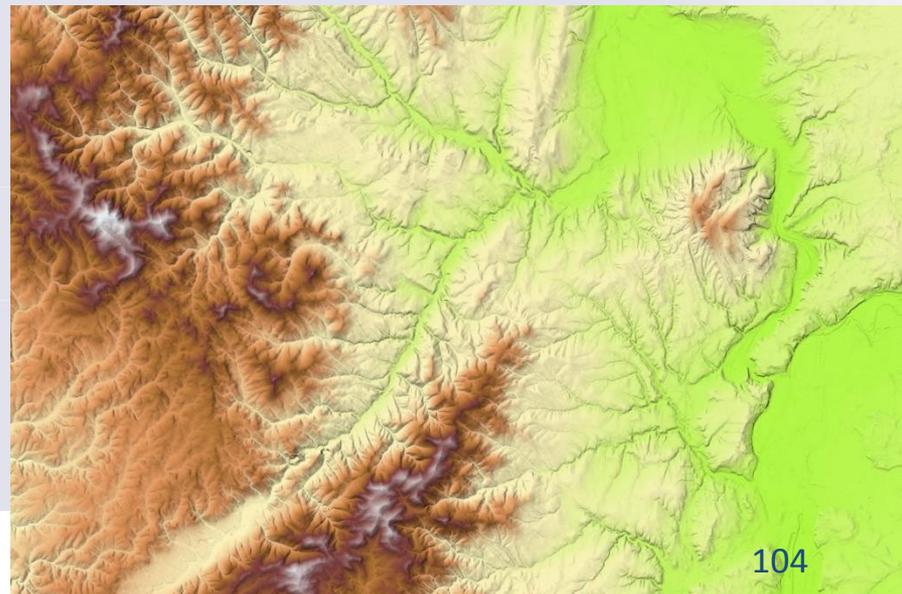
Les données à notre disposition

■ Modèle numérique de terrain

.asc

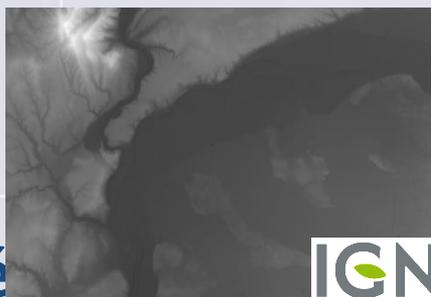
```
ncols      2961
nrows      3881
xllcorner  794987.50
yllcorner  6483987.50
cellsize   25.00
NODATA_value -9999
360 362 364 366 367 368 367 366 365 364 364 365 366 367 370 374
430 431 431 430 429 426 423 420 419 419 419 418 416 414 412 411
458 458 459 460 460 460 461 462 463 465 466 467 468 469 470 471
480 478 476 477 480 485 489 494 498 502 505 508 511 512 514 515
363 367 370 372 373 374 375 377 378 380 381 382 382 381 379 378
```

Images (valeur pixel = Altitude)



Les données à notre disposition

■ Données issues de SIG (2D, 2D + z)



■ Corpus documentaires (pas forcément géoréférencé et temporalisé)

- Plans d'urbanisations, prises de vues, écrits

Les données à notre disposition

■ IGN (convention)

■ Toute la France (terrain, orthophotos, BD Topo, ...)

■ Open Data du grand Lyon

The screenshot shows the 'Catalogue du Grand Lyon' website interface. The search bar contains 'citygml'. The results list several communes with their respective 'Occupation des terres' data:

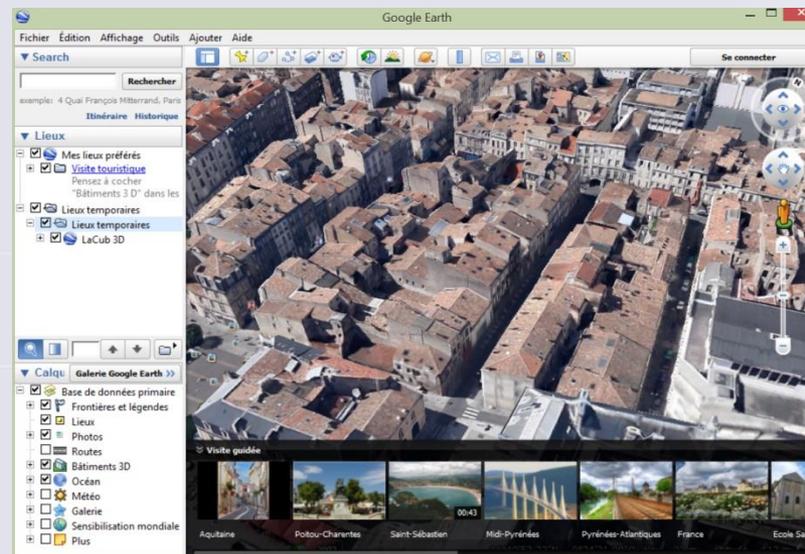
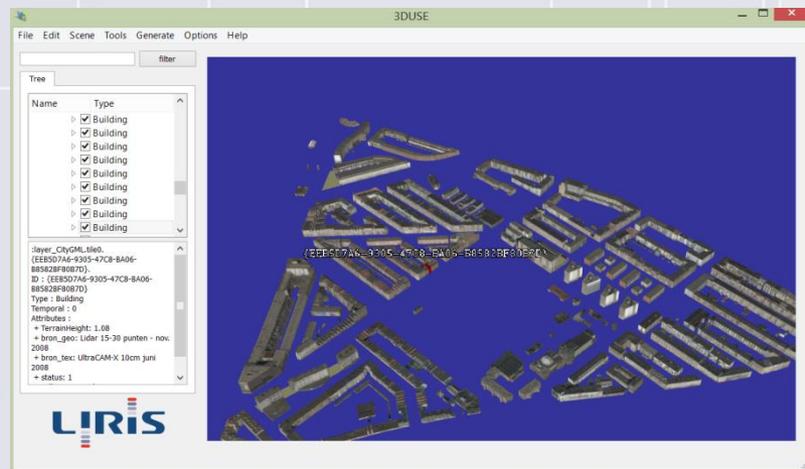
- Charly (Grand Lyon)**: Classification des espaces végétalisés et artificialisés (référence : ortho-photographie 2009) en 14 thèmes : du sol nu aux forêts, eau, artificiel, bleu ou piscine, végétal sur toiture. Le fichier de légende des thèmes est fourni avec la fiche (téléchargeable pdf). ...
- Jonage (Grand Lyon)**: Classification des espaces végétalisés et artificialisés (référence : ortho-photographie 2009) en 14 thèmes : du sol nu aux forêts, eau, artificiel, bleu ou piscine, végétal sur toiture. Le fichier de légende des thèmes est fourni avec la fiche (téléchargeable pdf). ...
- Cailloux sur Fontaines (Grand Lyon)**: Classification des espaces végétalisés et artificialisés (référence : ortho-photographie 2009) en 14 thèmes : du sol nu aux forêts, eau, artificiel, bleu ou piscine, végétal sur toiture. Le fichier de légende des thèmes est fourni avec la fiche (téléchargeable pdf). ...
- Lyon 5^e (Grand Lyon)**: Classification des espaces végétalisés et artificialisés (référence : ortho-photographie 2009) en 14 thèmes : du sol nu aux forêts, eau, artificiel, bleu ou piscine, végétal sur toiture. Le fichier de légende des thèmes est fourni avec la fiche (téléchargeable pdf). ...
- Saint Pierre de Chandieu (Grand Lyon)**: Classification des espaces végétalisés et artificialisés (référence : ortho-photographie 2009) en 14 thèmes : du sol nu aux forêts, eau, artificiel, bleu ou piscine, végétal sur toiture. Le fichier de légende des thèmes est fourni avec la fiche (téléchargeable pdf). ...

The interface also includes a map on the left, search filters, and a 'Rechercher' button. A grey box on the right contains the text 'CityGML Lyon 3'.

CityGML Lyon 3

Les données à notre disposition

- Données Rotterdam
- Données Bordeaux
- KMZ
- Format 3DS



LACUB Open data

6 thèmes de données

Données	Démarche	À propos	Applications
---------	----------	----------	--------------

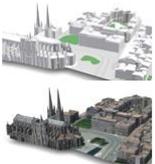
Accueil > La Cub ouvre son Agglo 3D !

La Cub ouvre son Agglo 3D !

L'Agglo 3D peut être aujourd'hui téléchargée par dalles de 1 km sur 1,4 km sur l'ensemble du territoire de La Cub. Vous trouverez aujourd'hui 2 types de maquettes 3D : [la maquette "blanche"](#) (plus légère mais sans texture) et [la maquette "texturée"](#) (plus réaliste mais plus volumineuse).

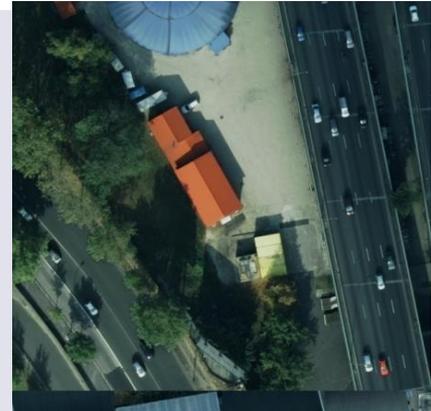
Pour faciliter leurs réutilisations, La Cub a pris le parti de les ouvrir au format 3DS (lu par les principaux logiciels 3D) et sous forme de fichiers de 200 m par 200 m pour alléger leur manipulation. Ces choix peuvent être discutés sur [le forum utilisateurs](#). Nous attendons vos retours !

Vous trouverez par ailleurs dans [ce guide utilisateur](#) toutes les informations nécessaires pour manipuler et réutiliser ces données.

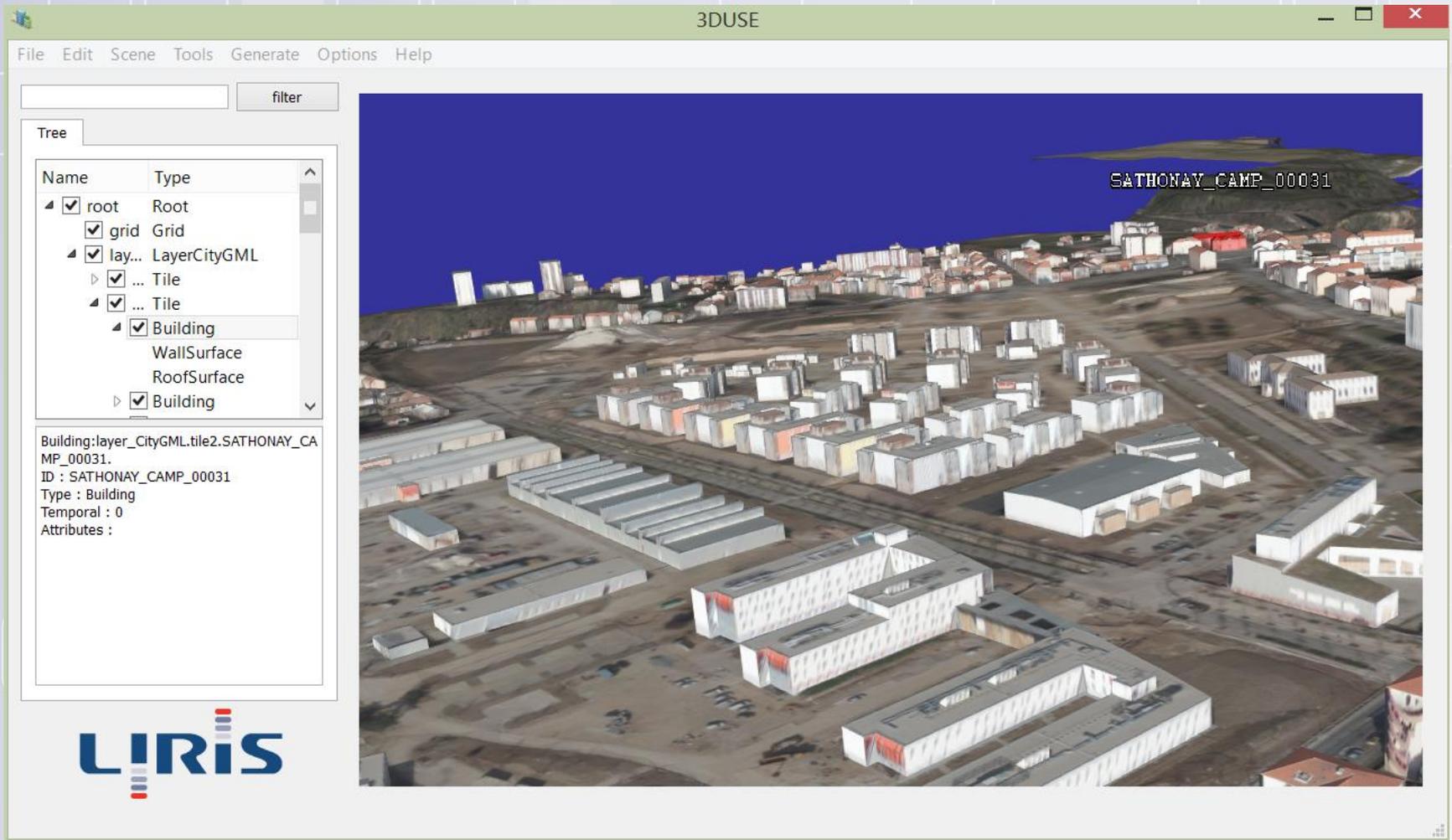


Données IGN sur Paris

- Fourni par l'IGN
- Jeu de données texturé issu de "BATI3D", fourni en CityGML 1.0
 - Environ 100 km² en env. 500 dalles de 500*500m²
 - Environ 80 Go zippé
 - CityGML LOD 2
 - Bâtiments, relief
 - Atlas de textures



Données Grand Lyon



Données IGN

- Territoire 3D

The screenshot shows the website www.territoire3d.com. The header features the logo "Territoire3D®" and the tagline "TOUTE LA FRANCE EN 3D". A navigation menu includes "Accueil", "Offres", "Services", "Médias & Partenaires", and "Documentations". A main banner reads "UN SERVICE EN LIGNE 3D FRANCE ENTIÈRE". Below this, four service categories are displayed in a grid: "Service en ligne" (with a computer icon), "Internet" (with a location pin icon), "Urban" (with a person icon), and "Pack Collectivité" (with a box icon). On the right side, there is a "Decideur Public" section with a date of "14 janvier 2014" and a "Demos" button. Below the main content is a 3D map of France with several colored location markers (blue, green, orange). Two buttons are positioned below the map: "Essayer maintenant" and "Visualiser la galerie".

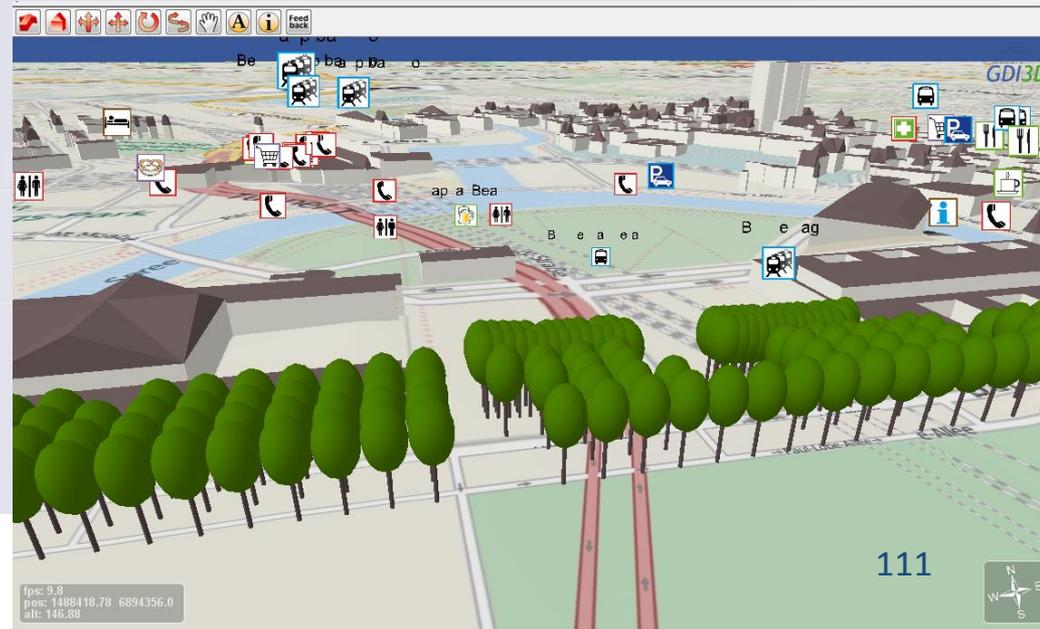
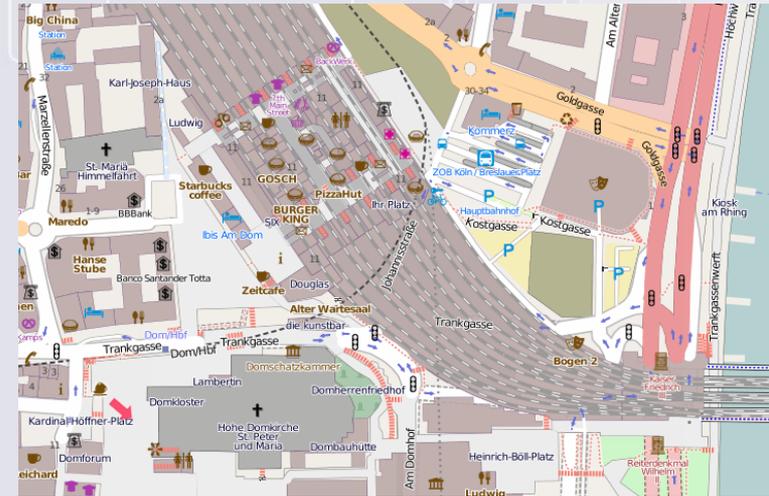
The screenshot shows the website www.carto3d.fr. The header features the logo "CARTO 3D" and logos for "IGN" and "visuCity". A search bar is present with the text "RECHERCHE" and "AVEC CARTO3D, RETROUVEZ LA CARTOGRAPHIE 3D DE VOTRE VILLE!". Below the search bar is a section titled "VILLES & QUARTIERS" with a list of cities: "Aix en Provence (13)", "Lille (59)", "Marseille (13)", "Nantes (44)", and "Paris (75)". The main content area features a large 3D aerial view of a city. Below this, there is a section titled "Les dalles 3D : un produit révolutionnaire !" with a sub-header "Avec Carto3D®, vous disposerez d'une base de données 3D fine et réelle sur 18 centres urbains pour vous aider à aménager et faire évoluer votre territoire de façon durable." and a small image of a building. A paragraph below reads: "La solution Carto3D® est l'outil 3D idéal pour partager et visualiser votre projet en amont de sa réalisation, aussi bien pour l'aide à la décision que pour sa présentation publique." and another paragraph: "Diffuser une image valorisante de votre ville, de votre projet d'aménagement ou tout simplement communiquer sur l'implantation de votre nouveau magasin devient possible avec".

- Carto 3D

Open Street Map

- Base de données volumineuse, peu structurée, très détaillée, 2D
- 1,2 milliards de points, 115 millions d'arcs
- Bâtiments
- 46 millions dont 620.000 avec hauteur renseignée et 60.000 avec type de toits
- Taille du fichier planet.OSM
 - 250 GB, 16GB compressé

<http://www.osm-3d.org/home.en.htm>



Données du sous sol

■ Données souterraines

- Tunnels

- Réseaux de transport (métro, ...)

- Réseaux enterrés (doivent être répertoriés)

■ Grottes, carrières, mines, ...

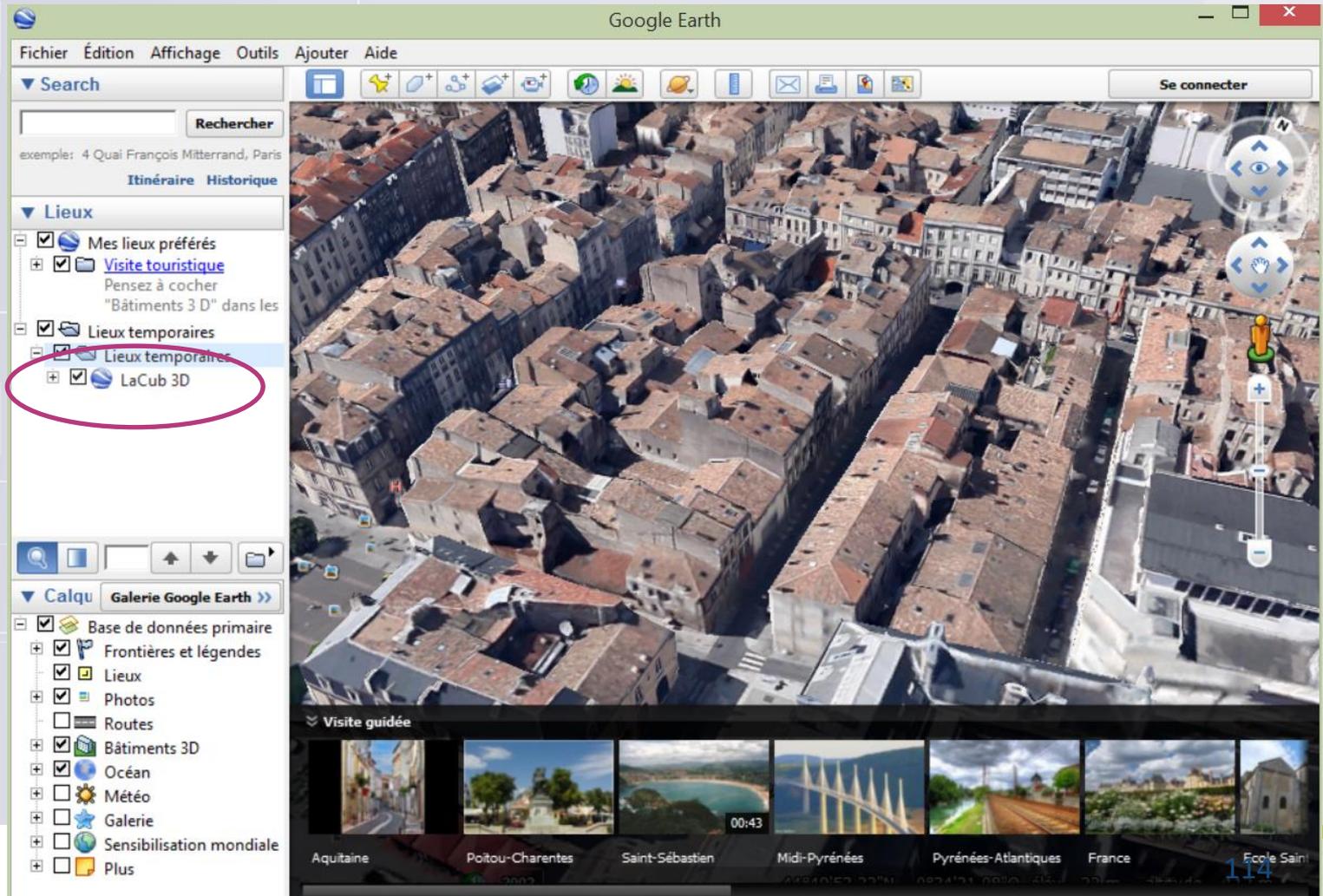
Quelques logiciels

- **L'utilisation de standards permet de faciliter l'utilisation des données**
- **De nombreux produits sur le marché afin d'utiliser des données 3D (GIS, CAD, ...)**

Quelques logiciels

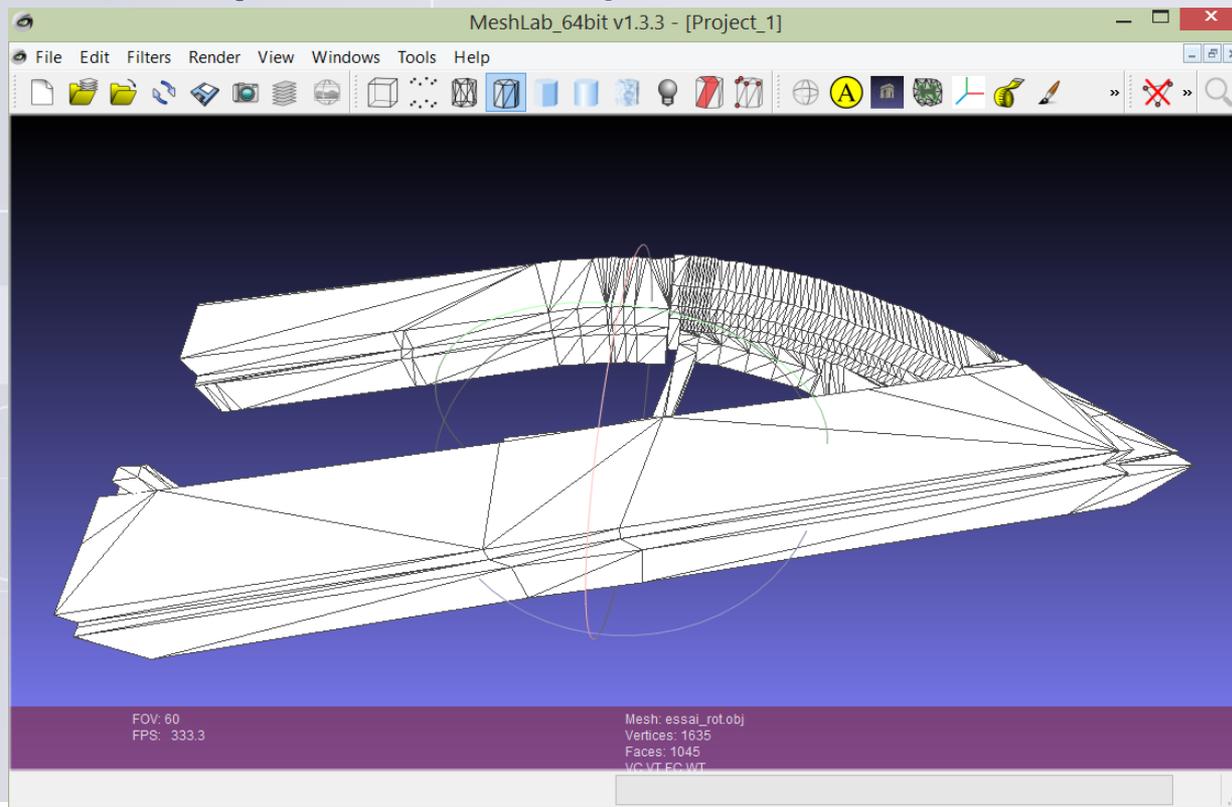
Google Earth

KMZ/KML



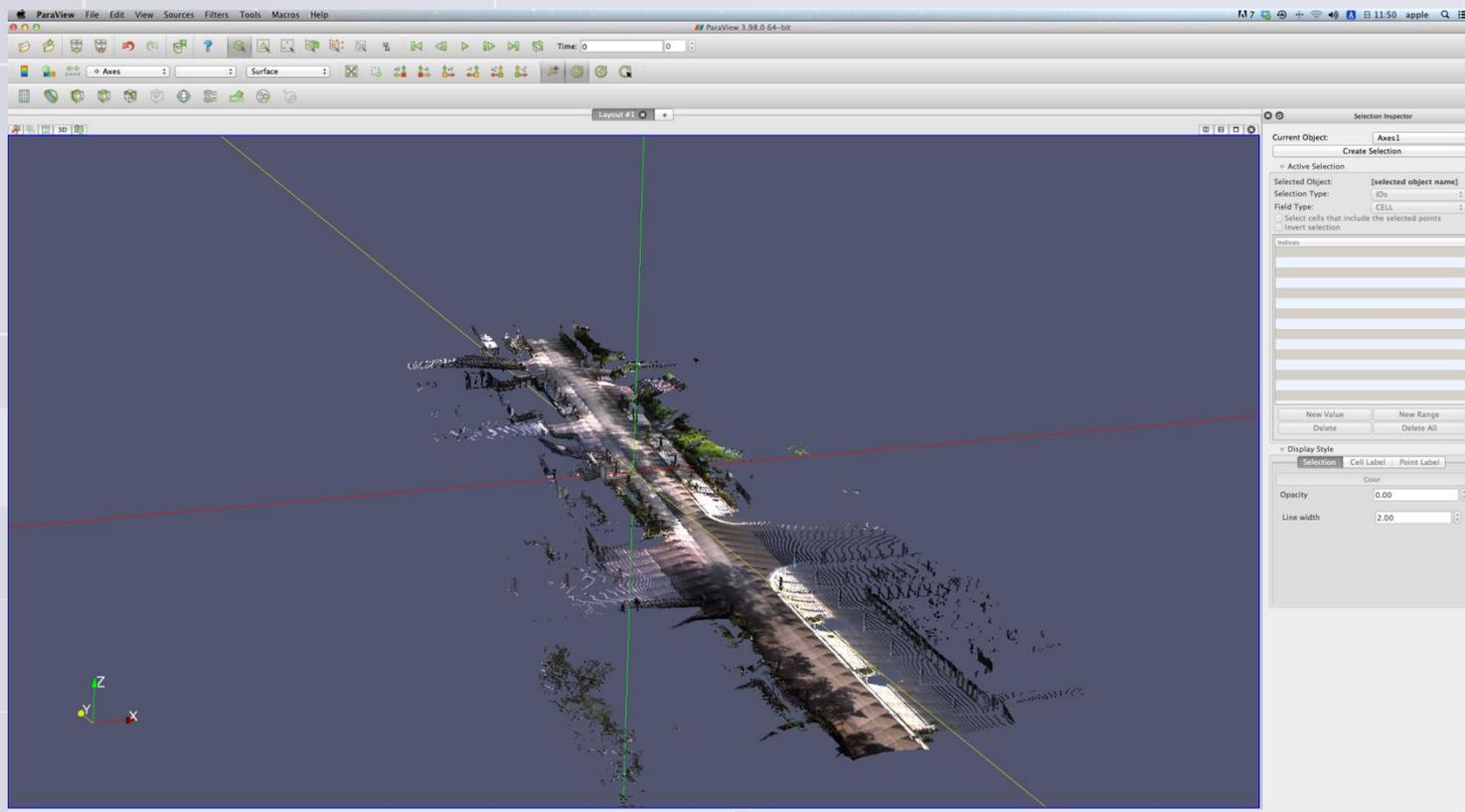
Quelques logiciels

- Mesh lab (<http://meshlab.sourceforge.net/>)
- Nombreux outils à disposition (imports/ exports, calcul de normales, simplifications, ...)



Quelques logiciels

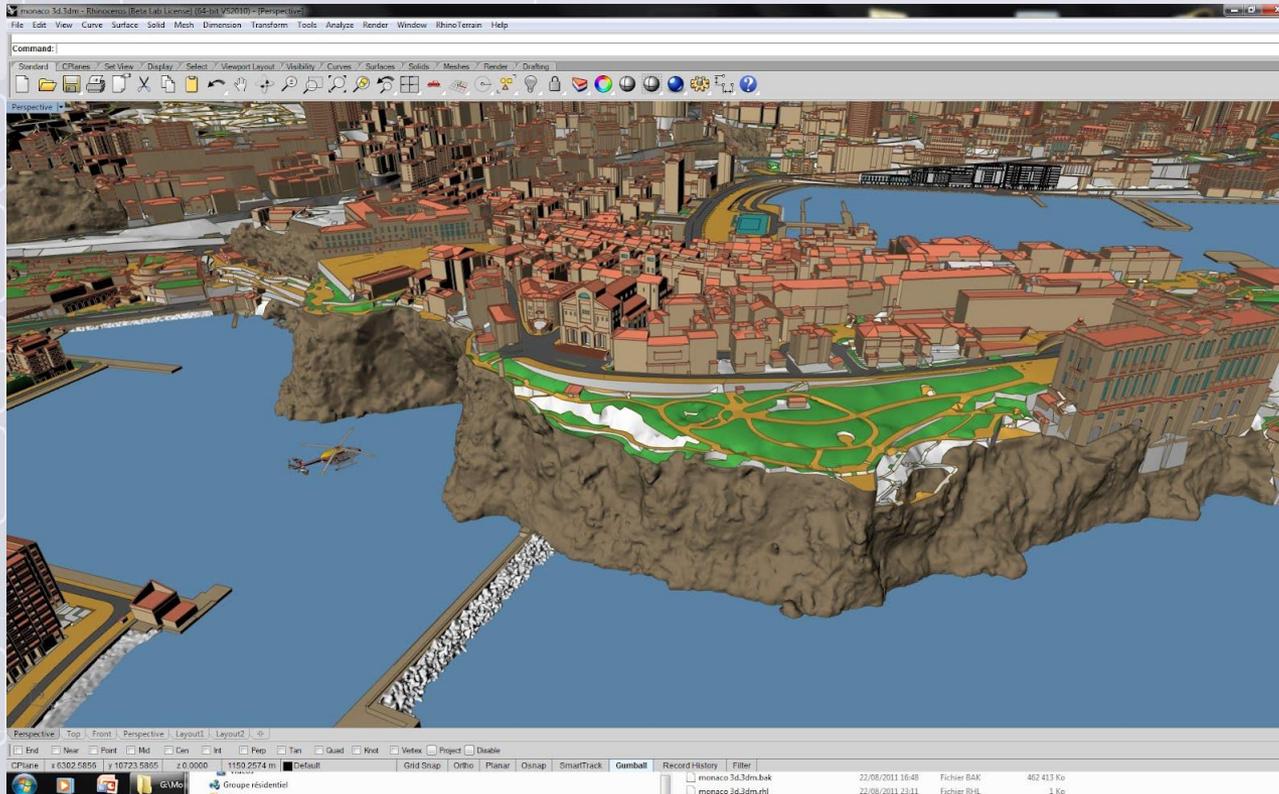
■ Paraview (<http://www.paraview.org/>)



Extrait de http://ait-survey.com/?page_id=2474

Quelques logiciels

RhinoTerrain/ RhinoCity

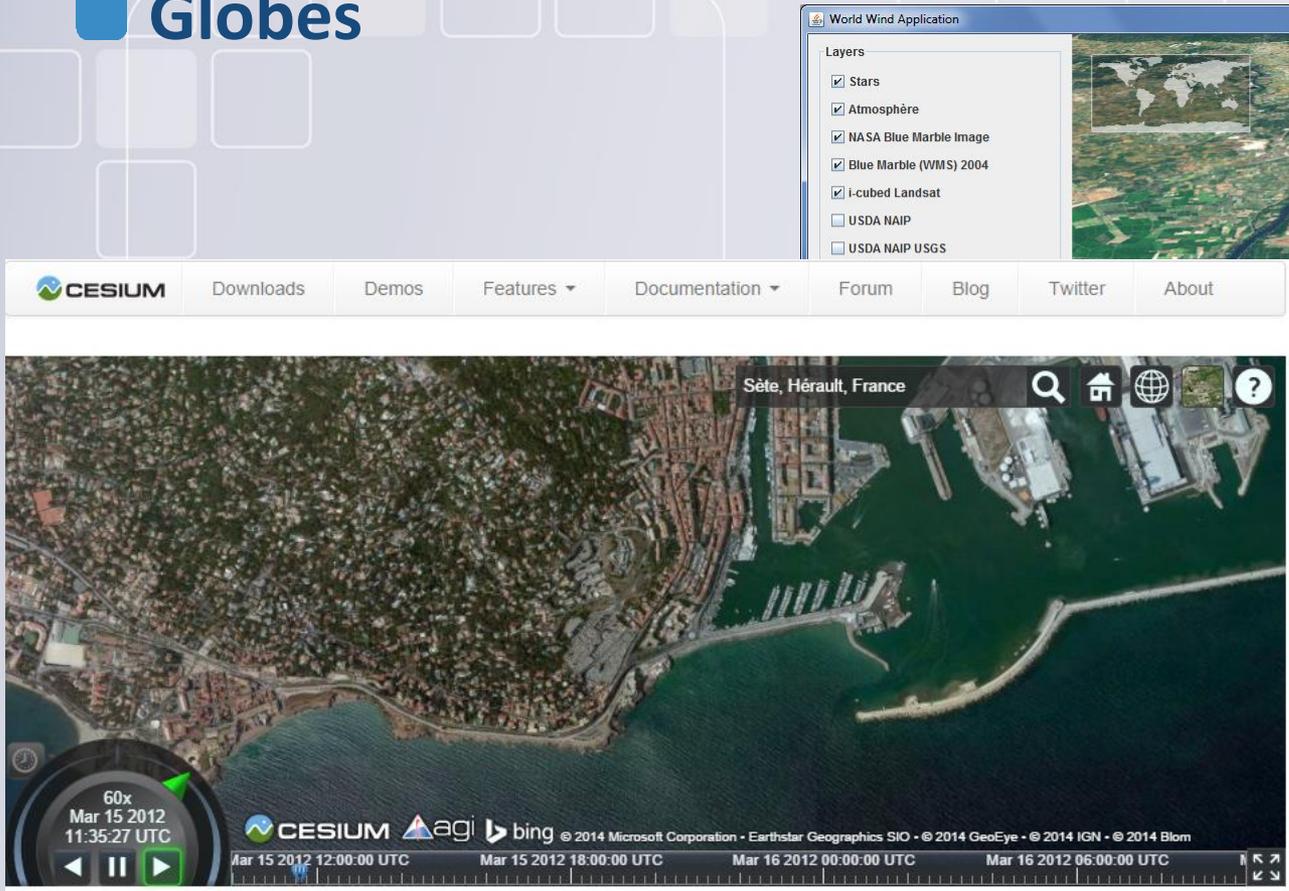


Extrait de <http://blog.rhino3d.com/2012/02/royal-rhinoterrain.html>

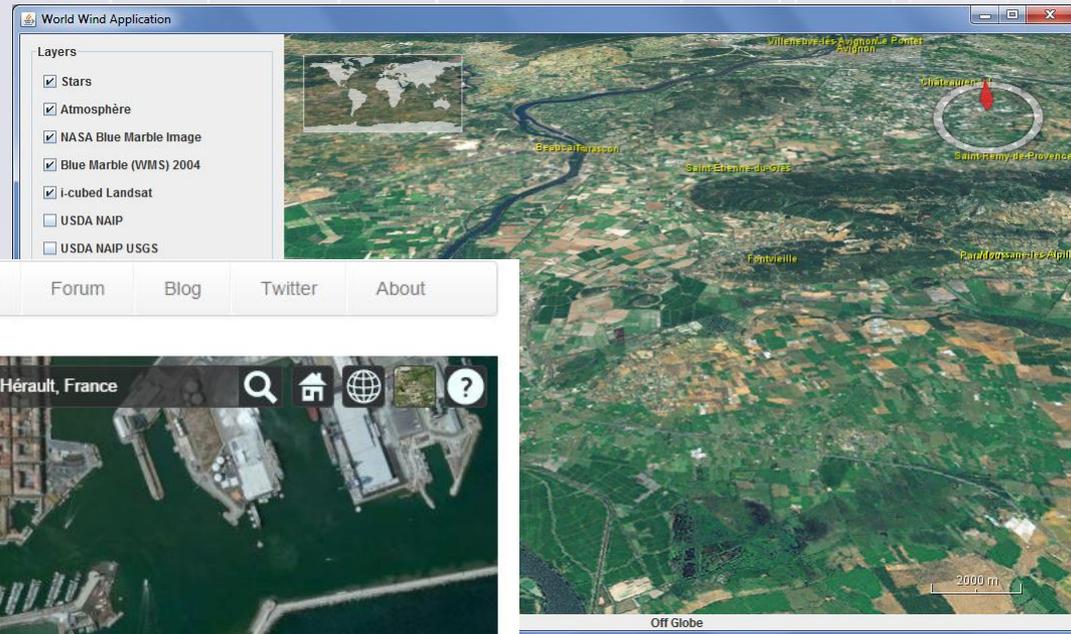
Quelques logiciels

Globes

<http://worldwind.arc.nasa.gov/java/>

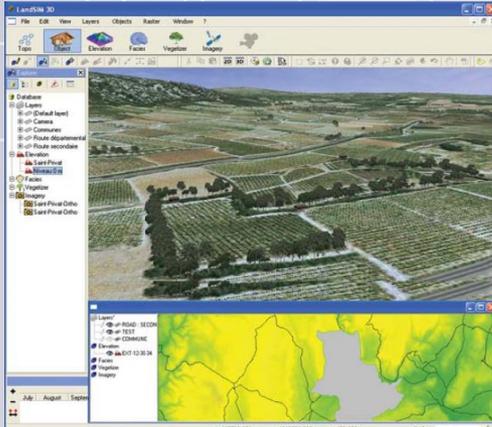


<http://cesiumjs.org/>

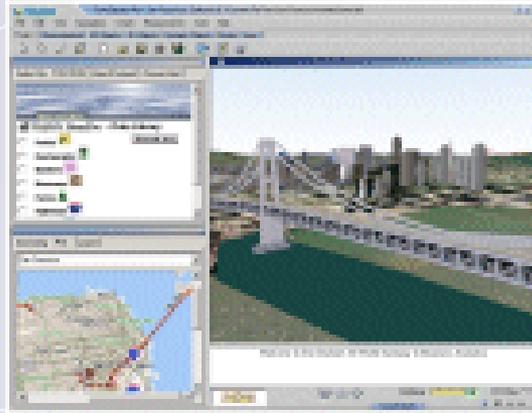


Quelques logiciels

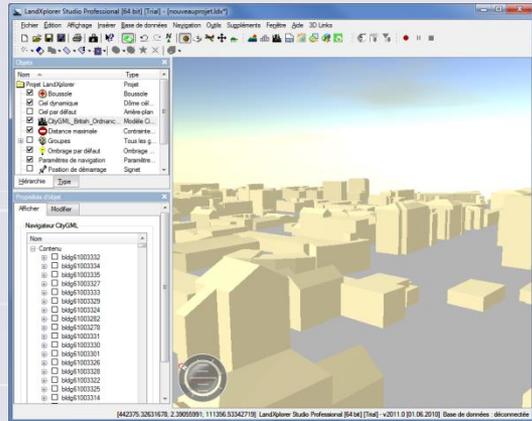
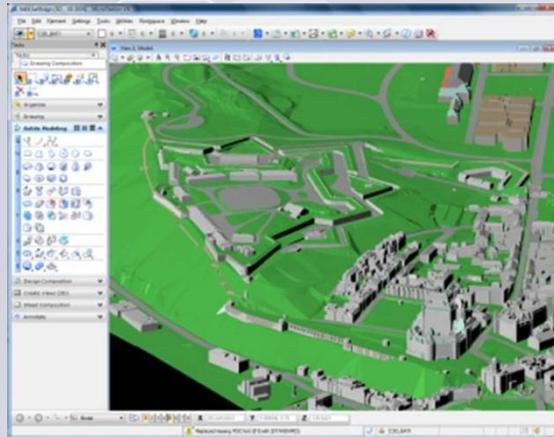
<http://www.landsim3d.com>



<http://www.skylinefrance.com>



<http://www.spaceeyes.com>



www.pixxim.fr

<http://www.bentley.com/fr-FR/>

<http://usa.autodesk.com/civil-3d/>

Quelques logiciels

■ Sketchup + plugin cityGML



The screenshot shows the GEORES website interface. At the top left is the GEORES logo with the tagline 'RELIABLE ENGINEERING SOLUTIONS'. On the top right, there are language options for 'Deutsch' and 'English'. A navigation bar contains links for 'Unternehmen', 'Produkte', 'Schulungen', 'CityGML', 'Downloads', 'Kontakt', and 'Impressum'. The main content area is titled 'CityGML Plugins für Sketchup™-Sketchsoftware'. Below the title, there is a sidebar with a list of products: 'CityGML SpiderViewer', 'SupportGIS/J-3D', 'OSM2CityGML', 'CityGML Plugins', 'SpiderViewer', 'MaterialEditor', and 'Google Earth Workflow'. The main text describes the plugins' functionality, mentioning their use for efficient CityGML data handling in Sketchup and their ability to export 3D models to CityGML format. It also notes support for CityGML 2.0 and provides contact information for more details. At the bottom of the page, there is a 3D rendering of a building and a 'Site Export CityGML' dialog box with various settings for translation and export options.

GEORES
RELIABLE ENGINEERING SOLUTIONS

Deutsch
English

Unternehmen Produkte Schulungen CityGML Downloads Kontakt Impressum

CityGML Plugins für Sketchup™-Sketchsoftware

Die GEORES CityGML Plugins ermöglichen eine effiziente CityGML Fortführung von Stadtmodelldaten in Sketchup™ und bilden daher ein effizientes Werkzeug zur Ergänzung ihres 3D-GIS.

Beim Import werden die Geometrien an Hand der in CityGML vorhandenen semantischen Informationen (Aufteilung der Geometrie nach Wall, Roof usw.) in entsprechenden Layerstrukturen abgebildet. Diese Strukturen werden beim Export ausgewertet und in CityGML Objekte übersetzt. Sachdaten und für die Bearbeitung notwendige Verschiebungen werden am Sketchup™ Modell gespeichert und beim Export automatisch ausgewertet und in die entsprechenden CityGML Attributstrukturen überführt.

Unsere CityGML Plugins unterstützen natürlich auch **CityGML 2.0**. Bei Interesse an den Plugins schreiben Sie eine Mail und sie erhalten ein unverbindliches Angebot. Um die Erfassung von CityGML Features noch einfacher zu machen, steht ihnen die CityGML Building Toolbar im **Downloads** Bereich zur Verfügung.

CityGML SpiderViewer
SupportGIS/J-3D
OSM2CityGML
CityGML Plugins
SpiderViewer
MaterialEditor
Google Earth Workflow

Site Export (GEORES)

GEORES
RELIABLE ENGINEERING SOLUTIONS

Site Export
CityGML

pp Translation Easting in meter
pp Translation Northing in meter
pp Translation Height in meters

Translation from CityGML Import
 LeD2 LeD3 WFS-T
 CityGML 1.0 CityGML 2.0

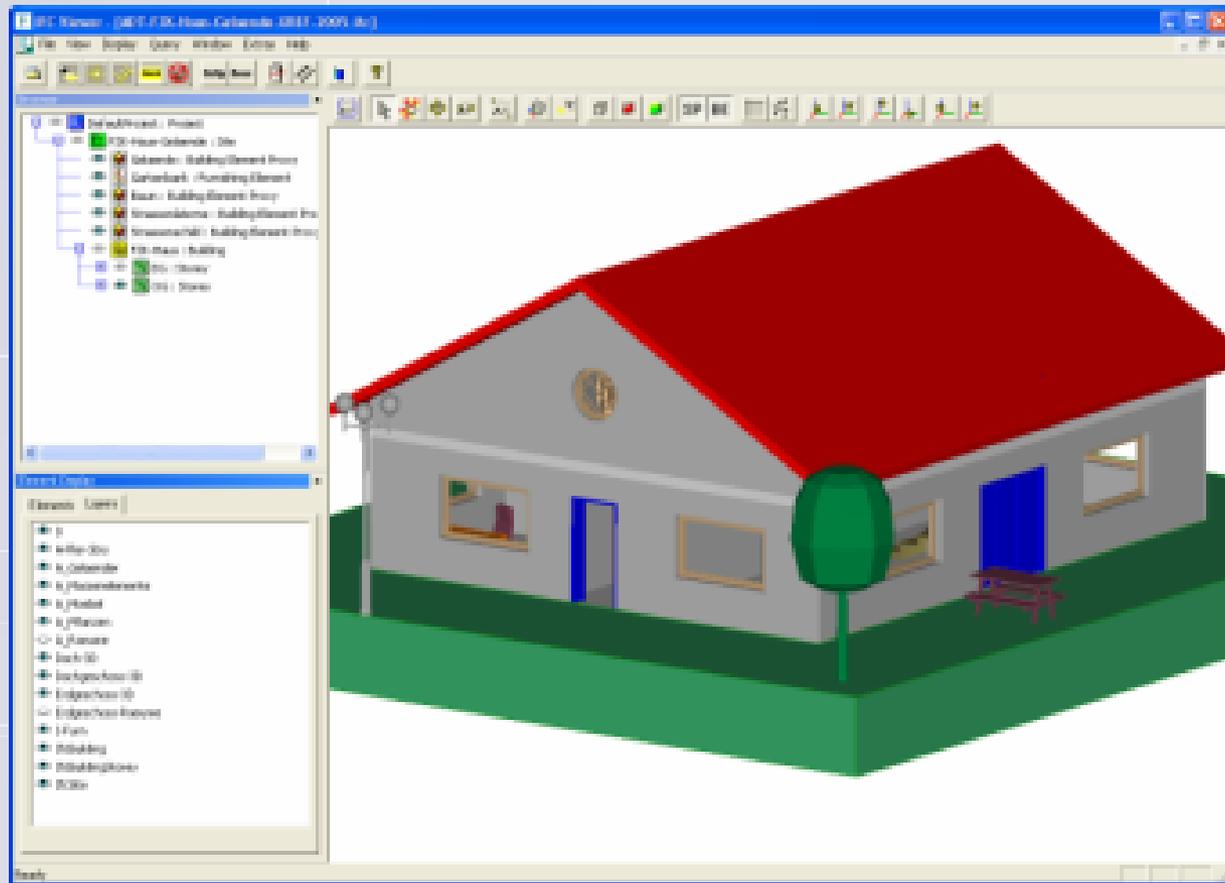
CityBuilding.xml Save as

Start Close Info

<http://www.geores.de/geoResPlugins.html>

Quelques logiciels

FZK Viewer



<http://www.iai.fzk.de/>

Logiciel/ développement



The screenshot shows the virtualcitySYSTEMS website. At the top, there is a navigation menu with links for COMPANY, SOLUTIONS, PRODUCTS, TRAINING, and REFERENCES. The main header features the virtualcitySYSTEMS logo and a large 3D city model with the word "CREATE" overlaid. Below the model, there is a description of the product: "Fully automated creation of LoD1 and LoD2 building models of an entire city" and "Product: BuildingReconstruction".

virtualcitySYSTEMS

virtualcitySYSTEMS considers itself to be the primary technological consulting partner for digital cities. Through our many years of experience in the market, working with a reliable network of partners, and as an innovative pioneer for creating digital cities, we can support our clients according to their needs with products and customized system solutions for the creation, management, and publication of virtual city models.

This will allow our clients to have access to 2D and 3D geodata and efficiently integrate CAD data, attribute data, internet services, and multimedia content so that heterogeneous information becomes visible in their spatial content and is available for various applications and users.

News

GDI 

New Releases in April
11. Apr. 2014
New releases of the virtualcitySUITE available! New releases of the virtualcityDATABASE...


3rd Conference „Digital Cities“ in Nuremberg

<http://www.virtualcitysystems.de/en/>

Logiciel/ Développement



Exchange and Storage of
Virtual 3D City Models



News About Resources Hyperlinks Contact

Tuesday, 30. Sep. 2014

Print version

Download

Schema download
CityGML datasets
Software

Flyer and Logos

Presentation slides and articles

Can I resp. we contribute?

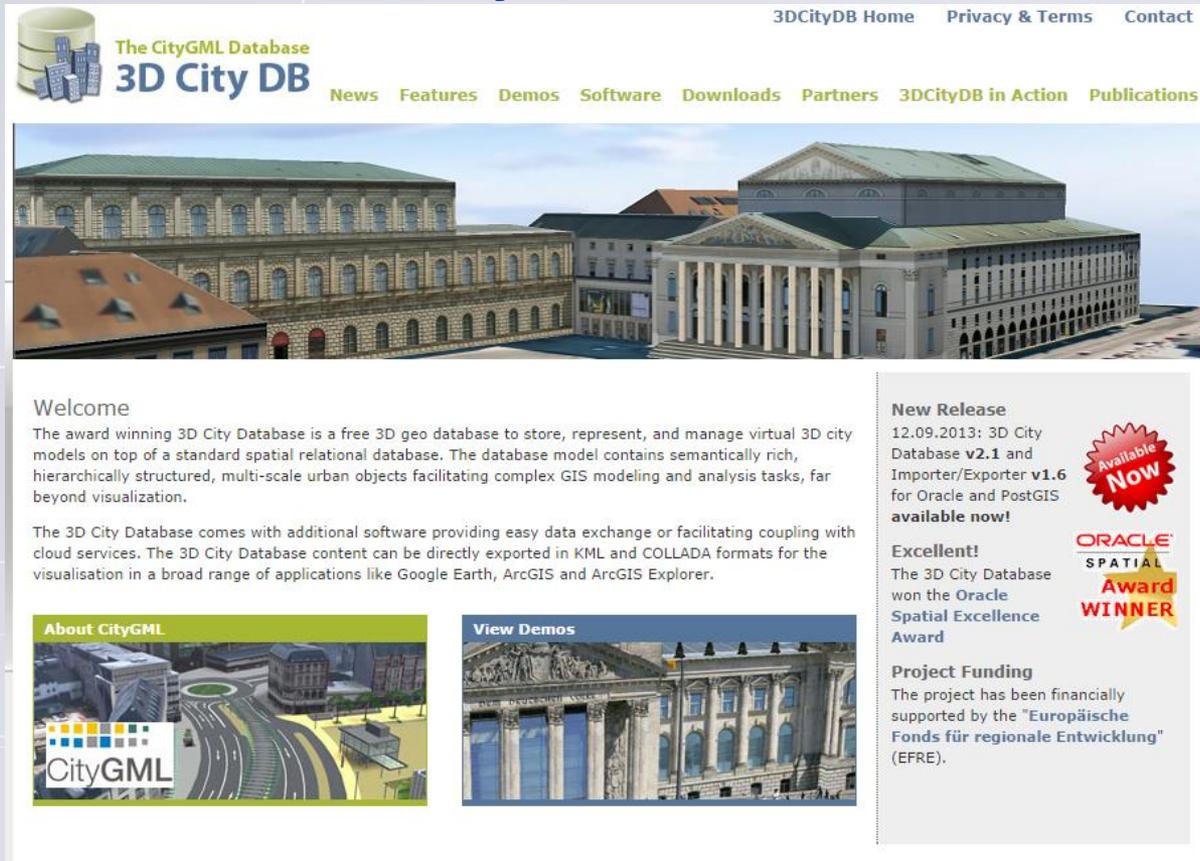
Software

- This page has been updated on the 21st of March 2010.
(More free software packages can be found in the [CityGML Wiki](#). The Wiki also provides information on [commercial products](#).)
- ~~NEW~~ Open Source GML3 3D viewer application **Aristoteles (Version 1.3.01, [zip archive, 46 MB](#))** developed by the Institute for Cartography and Geoinformation, University of Bonn. Java 1.5 is needed (Java3D libraries are included in the package). Aristoteles is able to fetch CityGML models directly from Web Feature Services by a graphical user interface. A couple of WFS that are accessible from the Internet can be preselected. Aristoteles is not restricted to CityGML files; it can visualize arbitrary GML3 files (like the German cadastre standard ALKIS/NAS). It can also be used to validate GML3 instance documents. Aristoteles is capable to handle CityGML application domain extensions.
The previous versions can still be found here (Version 1.2.01, [zip archive, 21 MB](#); Version 1.1, [zip archive, 26.8 MB](#)). An ever older version is also available (1.0 built 20, [zip archive, 27 MB](#)). Further information can be found on the [Aristoteles project homepage](#).
- ~~NEW~~ Free CityGML viewer application **LandXPlorer CityGML Viewer 2009a** developed by the company Autodesk. The new version now supports handling of generic attributes. It can be directly downloaded here: ([zip archive, 184 MB](#); thanks to Autodesk for providing the file). Further information are available on the [LandXPlorer homepage](#).
- ~~NEW~~ Free CityGML and IFC viewer application **FZKViewer 0.9** developed by the [Institute for Applied Computer Science](#), KIT – University of the State of Baden-Württemberg and National Laboratory of the Helmholtz Association (formerly named Forschungszentrum Karlsruhe). FZKViewer supports CityGML 0.4.0, CityGML 1.0.0, the CityGML Noise ADE, the CityGML Subsurface Structure ADE, IFC 2x, IFC 2x2, IFC 2x3 and the respective ifcXML. The software can be downloaded [from here](#).
- ~~NEW~~ more viewers to be explained soon ([CityVu](#), [Ptolemy3D](#), [BS Contact Geo 7.2](#), [FME 2010 Data Inspector](#))
- ~~NEW~~ A first release of a free **Sketchup plugin** for importing and exporting CityGML buildings developed by the [Department of Electrical Engineering](#), University of Applied Sciences Gelsenkirchen is [available here](#). At the moment, the documentation is available in German language only and some restrictions apply concerning the usable models. Source code in Ruby is also included.
- ~~NEW~~ The Open Source **BIM Server project** now supports the export of CityGML. Models are converted on the fly from the stored and managed IFC models and are exported as CityGML LOD4 building models preserving their semantic information (thematic structure and attributes). For this purpose the BIM Server team has developed a specific CityGML Building Information Modeling ADE for which [further information can be found here](#). A presentation of the software and the CityGML interface has recently been given at the [FOSS4G conference 2009](#) in Sydney. The presentation slides, screenshots, and the software can be downloaded [from here](#).
- ~~NEW~~ **CodeSynthesis XSD** is an open source, cross-platform XML data binding compiler for C++. Provided with an XML instance specification (XML Schema), it generates C++ classes that represent the given vocabulary as well as parsing and serialization code. More information including download links are provided on the [CodeSynthesis XSD website](#). Additionally, information on using CodeSynthesis XSD with CityGML can be found in its [Wiki](#).
- ~~NEW~~ **citygml4j** is a free and Open Source Java library for handling CityGML 1.0.0 and 0.4.0 files. It has been and is being further developed by the [Institute for Geodesy and Geoinformation Science](#) of the [Berlin University of Technology](#). The library supports all CityGML feature types and, above, provides an extension mechanism to also support CityGML Application Domain Extensions. The package can be downloaded from the [citygml4j Project Website](#). This website also includes [demo source code](#) (starting from a 'Hello CityGML' application up to the multithreaded parsing of arbitrarily large CityGML files) and provides comprehensive documentation in its [Wiki](#).

<http://www.citygml.org/index.php?id=1538>

Développer/ Stocker

■ Stockage de données CityGML sous Oracle ou posGis



The screenshot shows the homepage of the 3D City Database. At the top, there is a navigation bar with links for "3DCityDB Home", "Privacy & Terms", and "Contact". Below this is a main header with the logo "The CityGML Database 3D City DB" and a secondary navigation menu with links for "News", "Features", "Demos", "Software", "Downloads", "Partners", "3DCityDB in Action", and "Publications". The main content area features a large 3D rendering of a classical building complex. Below the rendering, there is a "Welcome" section with introductory text. To the right, there is a "New Release" section with a red "Available Now" badge, an "Excellent!" section with an "ORACLE SPATIAL Award WINNER" badge, and a "Project Funding" section. At the bottom, there are two smaller images: "About CityGML" and "View Demos".

Welcome
The award winning 3D City Database is a free 3D geo database to store, represent, and manage virtual 3D city models on top of a standard spatial relational database. The database model contains semantically rich, hierarchically structured, multi-scale urban objects facilitating complex GIS modeling and analysis tasks, far beyond visualization.

The 3D City Database comes with additional software providing easy data exchange or facilitating coupling with cloud services. The 3D City Database content can be directly exported in KML and COLLADA formats for the visualisation in a broad range of applications like Google Earth, ArcGIS and ArcGIS Explorer.

New Release
12.09.2013: 3D City Database v2.1 and Importer/Exporter v1.6 for Oracle and PostGIS available now!

Excellent!
The 3D City Database won the Oracle Spatial Excellence Award

Project Funding
The project has been financially supported by the "Europäische Fonds für regionale Entwicklung" (EFRE).

About CityGML

View Demos

<http://www.3dcitydb.org/3dcitydb/welcome/>

Développeur

LibCityGML (Joachim Poudroux)

DeepCity3D

Funded by ANR and Bundesministerium für Bildung und Forschung

Welcome

DeepCity3D project intends to develop **application-adaptive 3D visualisation tools that integrate for the first time underground data and City models** (provided in standardised formats) **with advanced functionalities to support decision making** in Urban Planning, Construction Companies, Insurance Companies, Architects, Environmental Protection.

DeepCity3D is joint research project of **BRGM** and **Fraunhofer IGD** selected by the "Programme Inter-Carnot-Fraunhofer PICF 2009". The project, started in september 2009, is funded by the french ANR and the german BFF.

INSTITUT CARNOT brgm **Fraunhofer IGD**

News

DeepCity3D user workshop

A user requirements workshop for the DeepCity3D project will take place on **February, 22nd 2011** at the **Fraunhofer IGD in Darmstadt, Germany**. The **CityServer3D** is used in this project to manage 3D city models and to visualize underground structures like geology, tunnels, basements, and others. The workshop will be held in German.

The event will be a good opportunity for domain experts to share their experience in the following areas:

- Semantic integration of 3D city models and underground structures
- Unique visualization techniques to display this data in an integrated way
- New ways to navigate through underground in 3D
- Support of analyses and simulations

Apart from that, already elaborated design concepts will be presented.

libCityGML opensource library

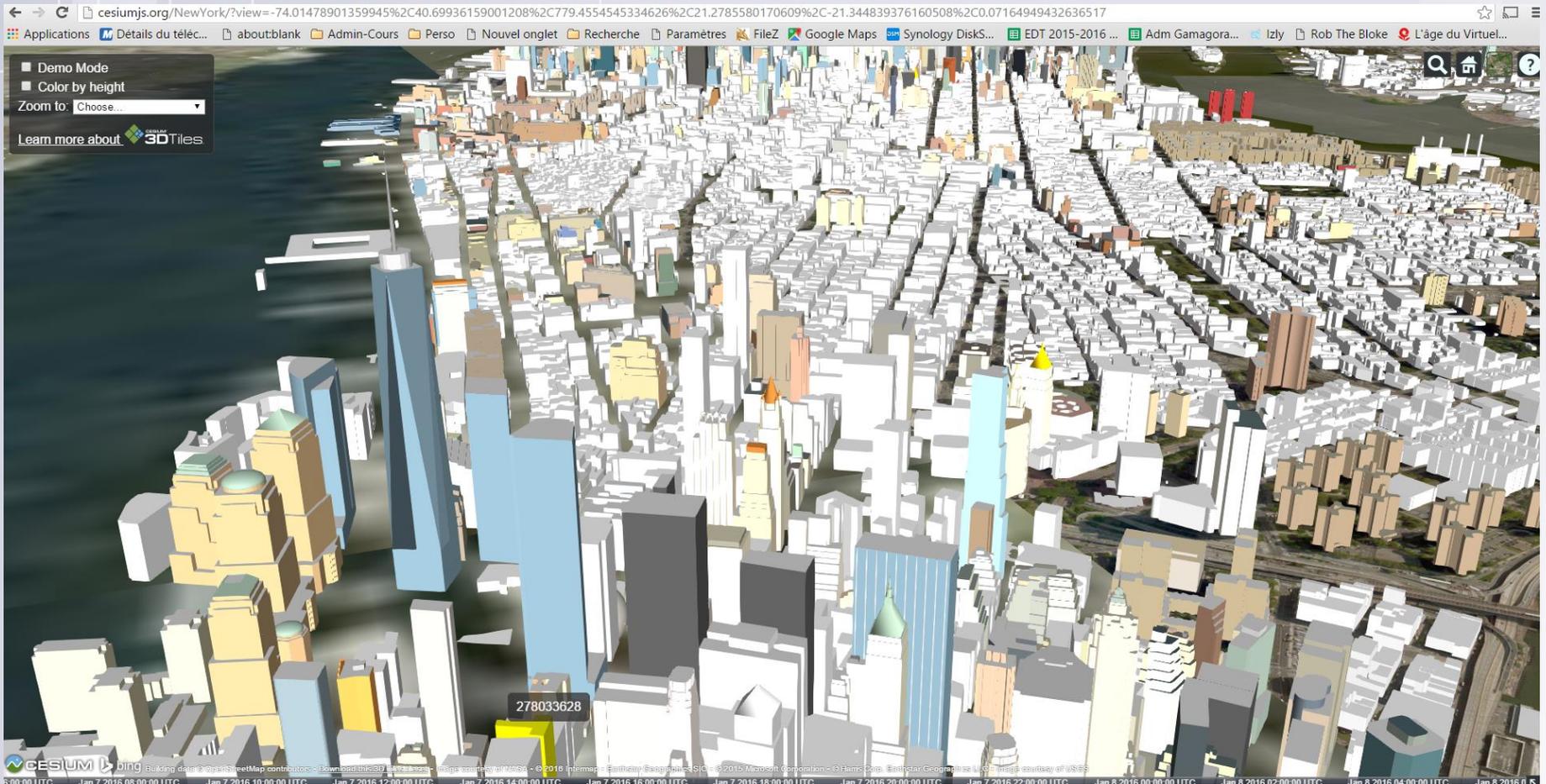
CityGML (*City Geography Markup Language*) is an XML-based schema for the modelling and exchange of georeferenced 3D city and landscape models that is quickly being adopted on an international level.

libcitygml is a small and easy to use open source C++ library for parsing CityGML files in such a way that data can be easily exploited by 3D rendering applications (geometry data are tessellated and optimized for rendering during parsing). For instance, it can be used to develop readers of CityGML files in many 3D based applications (OpenGL, OpenSceneGraph, ...) Most metadata are not lost, they are available through a per-node hashmap.

http://www.forumogcfrance.org/IMG/pdf/12-BRGM-DeepCity3D_Forum_OGC_France_24sep10.pdf

Développer

Cesium: 3DTiles, Cesium-building, ...



<https://cesiumjs.org/demos.html>

Développer

■ Bibliothèques (C++)

- QT : interface
- OSG : Visualisation
- GDAL : outils de bases pour l'information géographique
- Proj.4 : projection
- CGAL : opérations géométriques / topologiques
- Simple feature (19107)
 - oslandia.github.io/SFCGAL/

■ Bibliothèques (Java)

- <http://www.geotoolkit.org/>
- <http://www.geotools.org/>
- <http://logiciels.ign.fr/?-GeOxygene->

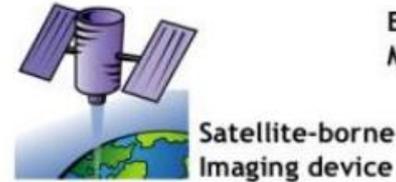
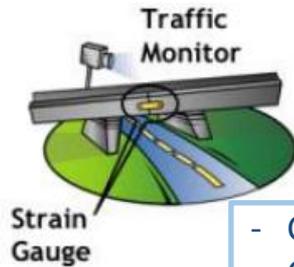
Plan

■ Présentation basée sur quelques exemples autour des thèmes

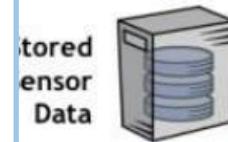
- Mesurer la ville
- Comprendre la ville d'hier
- Aider à la construction de la ville de demain
- Visualisation 3D de données de la ville

Mesurer / Monitorer

- Dans notre ville d'aujourd'hui, utiliser des capteurs paraît le plus immédiat



- Capteur donnant sa position
- Connecté sur le web
- Envoyant une information décrite sous la forme de métadonnées
- Possible à adresser et contrôler à distance

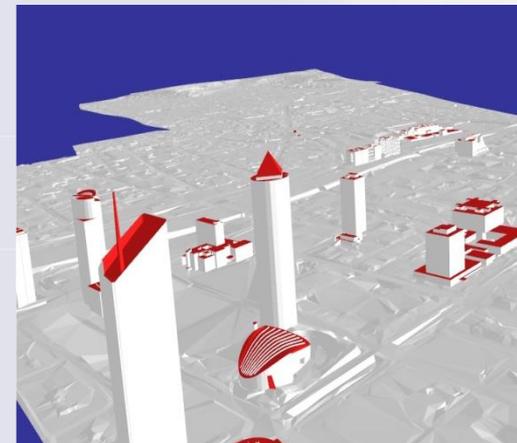
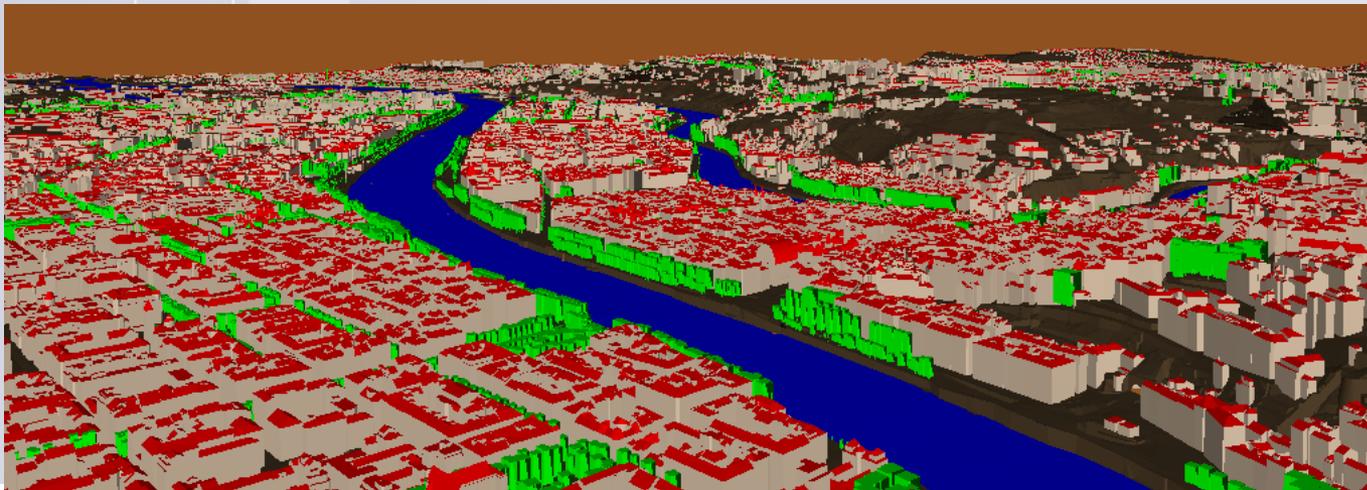


Extrait de : *Forum OGC France / Journée Interopérabilité 2012 - Lyon - 05.12.2012 / S. Grellet (OIEAU)*

- Possibilité d'utiliser d'autres types de données (Exemple données 3D)

Measure the view composition

- Use a set of measures to propose indicators helping the understanding of the view
 - Example of the « symbolic view » : From a point of view, estimating the percentage of visibility of a set of noticeable buildings, of vegetation, of a watercourse, of roads, etc.
 - Using a view able to take into account very large areas (much more than a district).



Quelles données ?

- **Utilisation de données géographiques réelles**

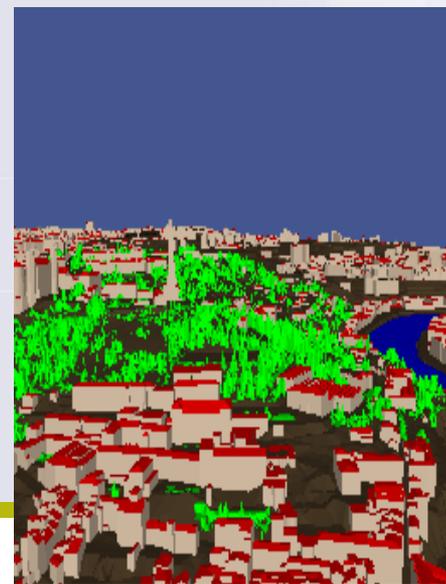
 - Buildings | Terrains | Les zones d'eau | La végétation

- **Plus de 500 km² de données sur la ville de Lyon**

- **Possibilité de compléter avec des données de l'IGN (BD Topo, BD Alti)**

- **Possibilité de croiser avec d'autres bases de données (Cadastre, Données Socio-économique)**

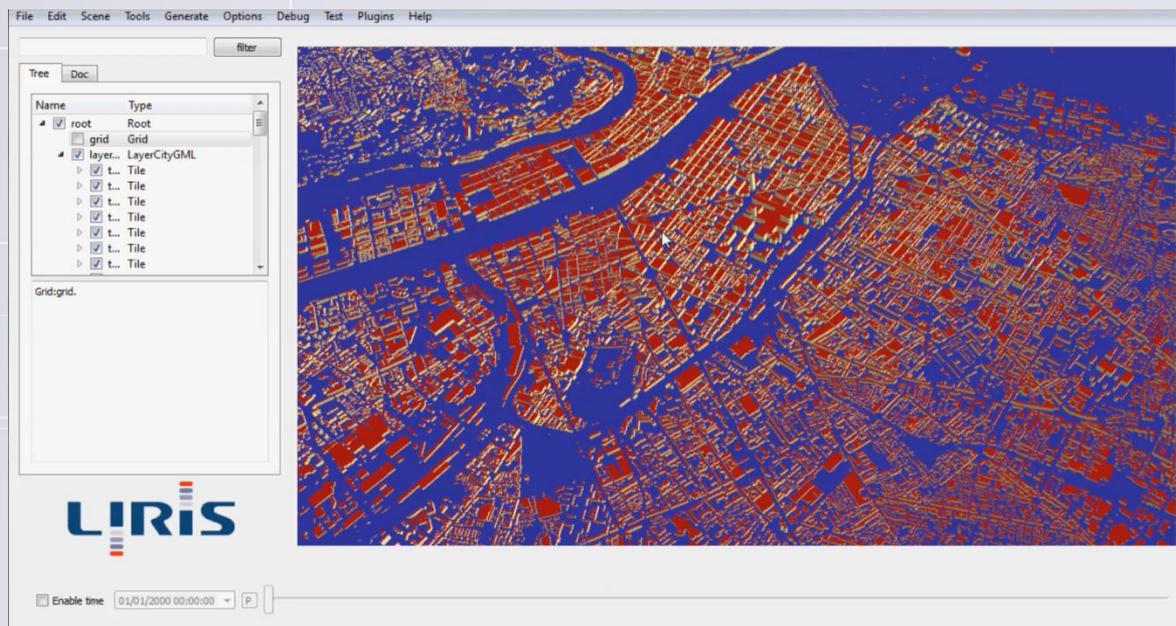
Exemple : Donnée CityGML du 9ème arrondissement de Lyon, la végétation provient de données Lidar.



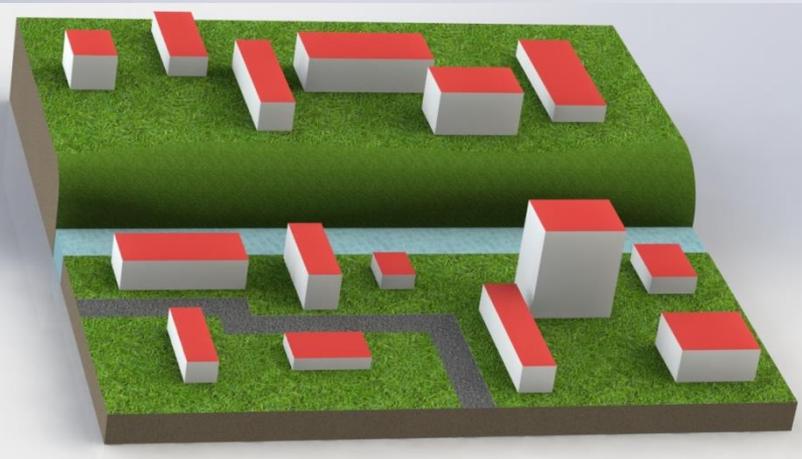
Quels outils ?

■ 3D-Use

- C'est une plateforme d'agglomération de données géographiques
- Permet l'affichage et/ou modifications de maquettes virtuelles 3D
- Permet de mettre en place des outils basés sur ces données (ex : détection de changement dans la ville, gestion de niveaux de détails de bâtiments, gestion des versions de la ville ...)

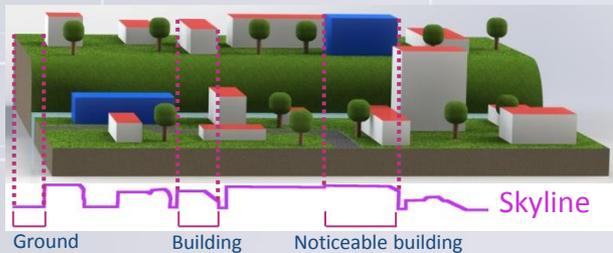


Measure the view composition

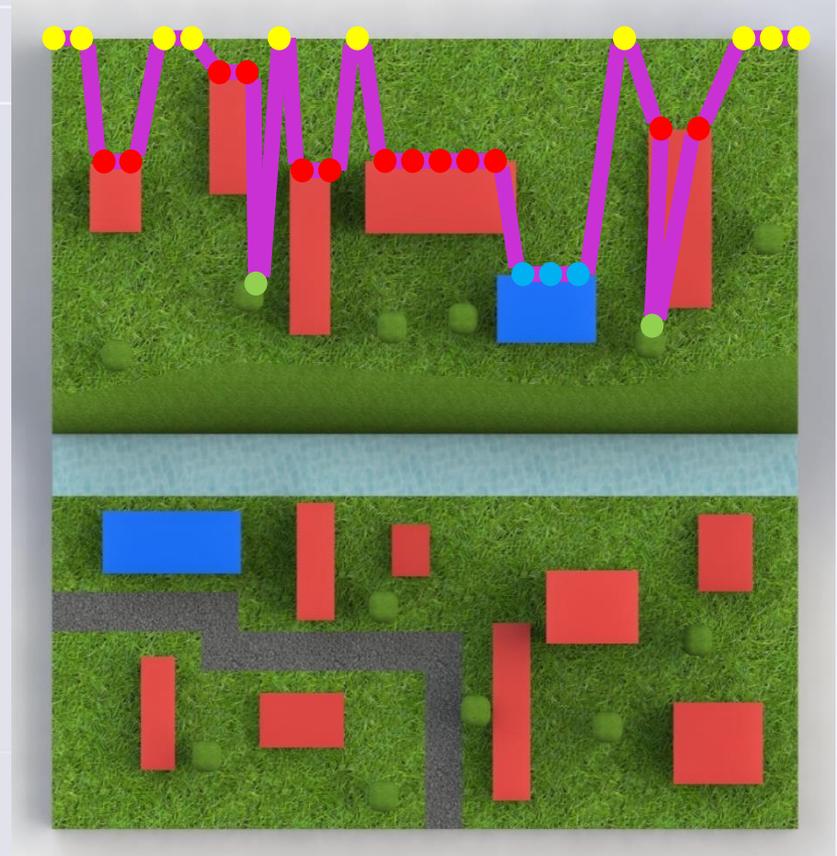


Composition (water, vegetation, building, road, ...)

3D View

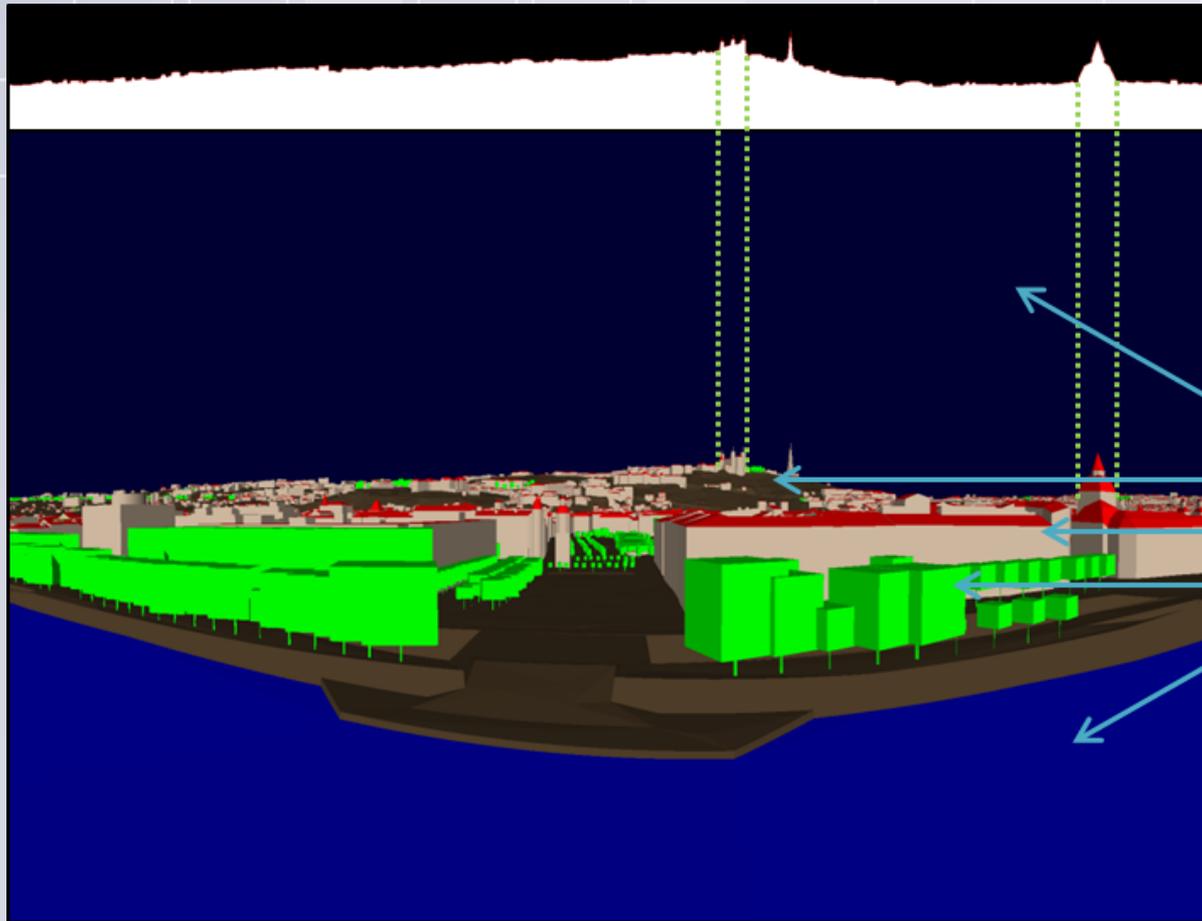


Skyline Extraction



- Ground Point
- Building Point
- Vegetation Point
- Noticeable Building Point
- Skyline

Measure the view composition

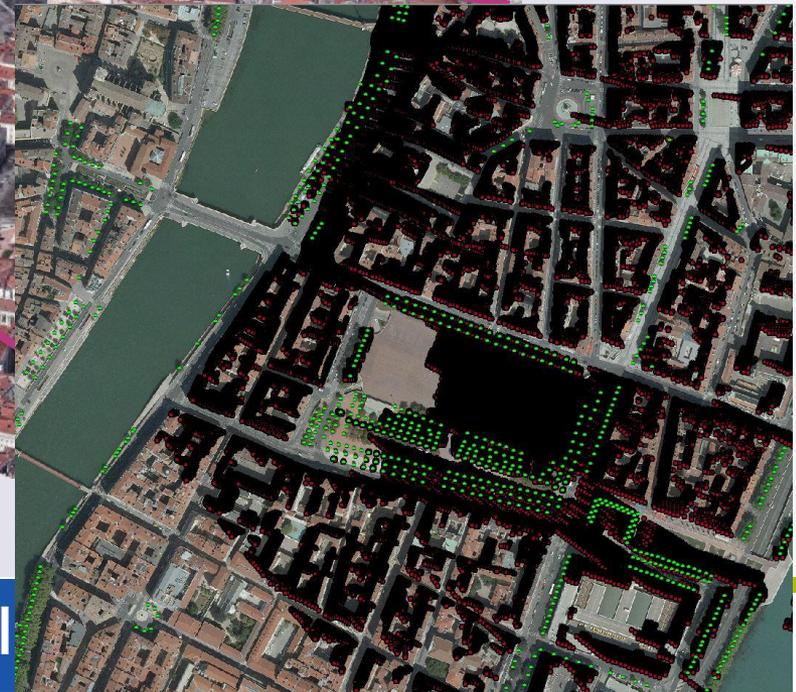
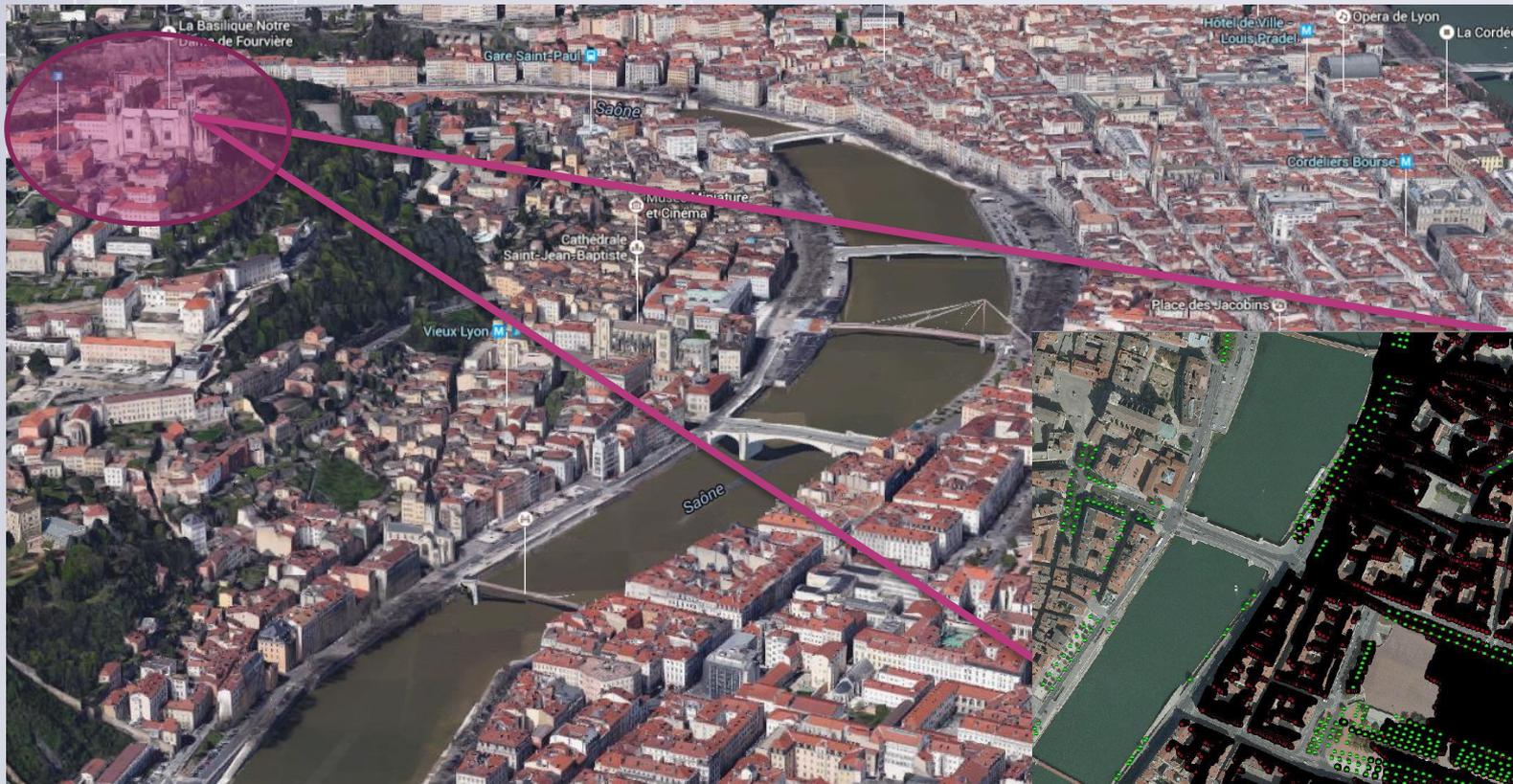


Skyline

Data Layer	% of occupation in the view
Sky	44.71
Ground	12.16
Buildings	27.98
Vegetation	7.91
Water	7.23

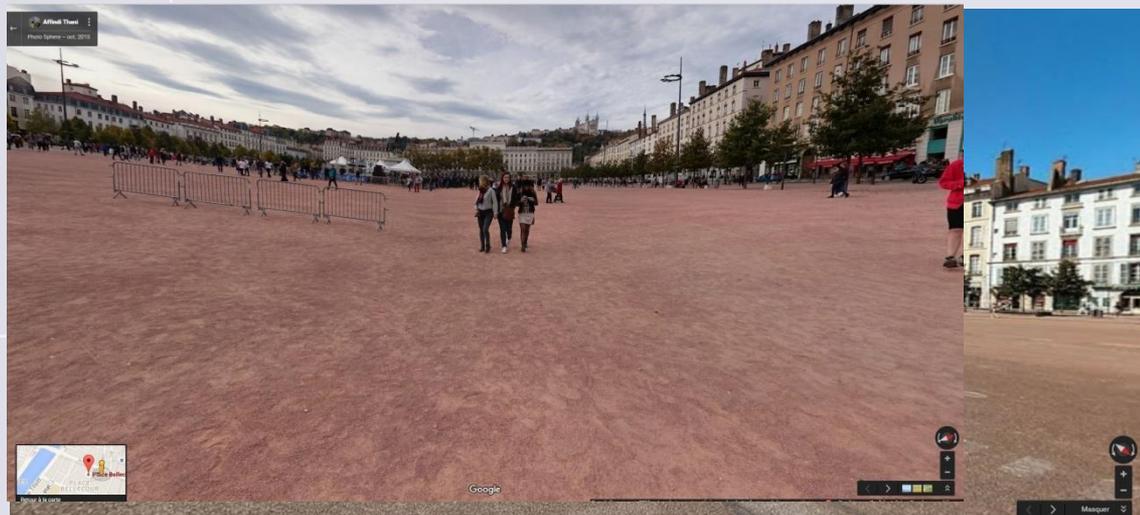
Visibility analysis

■ Example : visibility from a public space



Visibility analysis

■ Example : visibility from a public space



F. JACQUINOD, C. BRIQUET, F. PRÉDRINIS, G. GESQUIÈRE, M. APPERT « Assessing the impact of tall buildings in the skyline using 3D models », Colloque « La ville Verticale », 25-27 novembre 2016



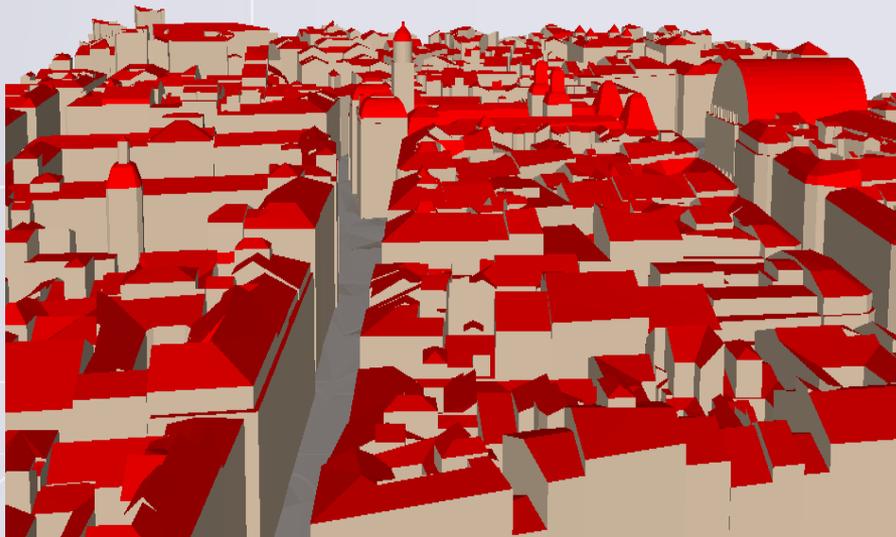
F. JACQUINOD, C. BRIQUET, Cyril, F. PEDRINIS, M. APPERT, G. GESQUIERES, “Assessing the privatization of skylines using 3D modelling: the case of Lyon”, Eura 2016

Les mesures

- Utilisation de la 3D pour en extraire des "mesures"
- Stockage de ces mesures
- Construction d'indicateurs basés sur ces mesures
- Mettre en place des possibilités de visualiser ces mesures

Les mesures

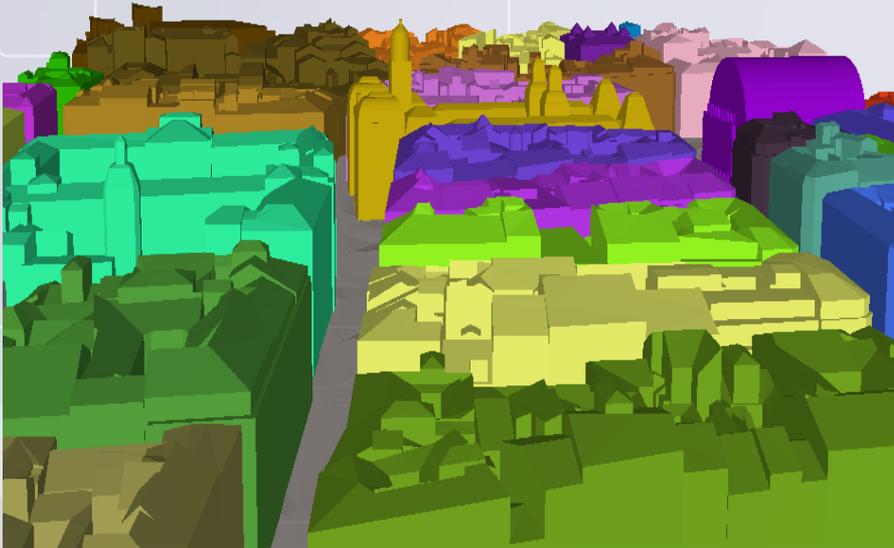
■ Détections des murs et des toits



Exemple : Coloration suivant les murs, en beige, et les toits, en rouge

Les mesures

- **Identification possible des différents bâtiments**

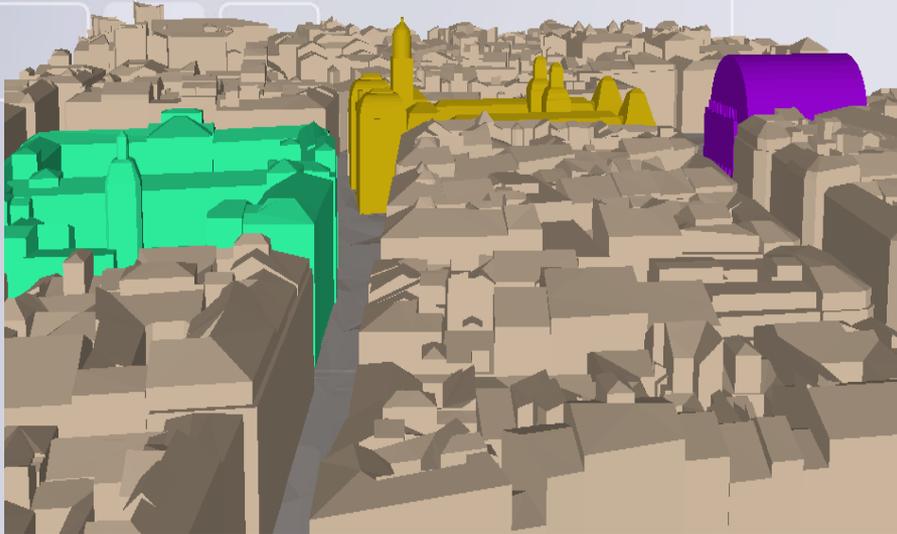


Exemple : chaque bâtiment possède ici sa propre couleur.

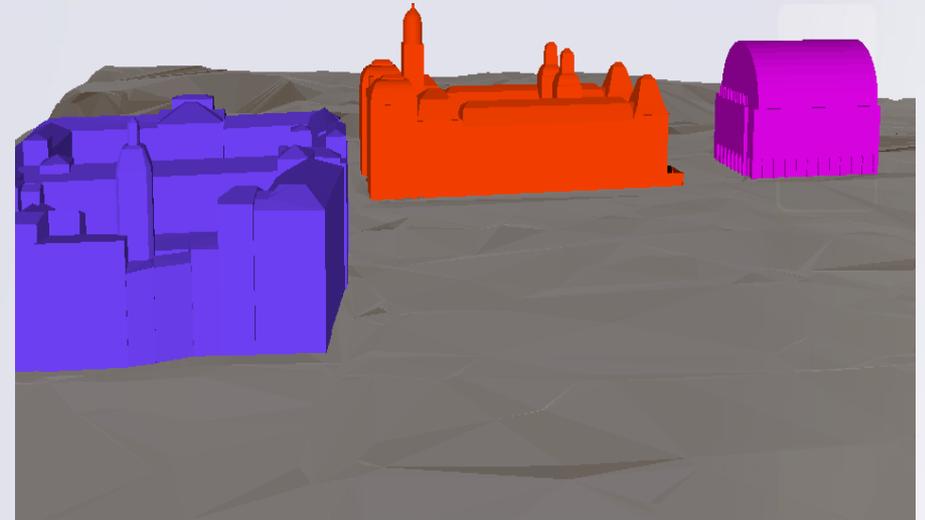
- **Possibilité d'en déduire un pourcentage d'occupation de chaque bâtiment dans le point de vue**

Les mesures

■ Identification de bâtiments remarquables



Exemple : Uniquement des bâtiments remarquables pré-définis par un utilisateur sont coloriés

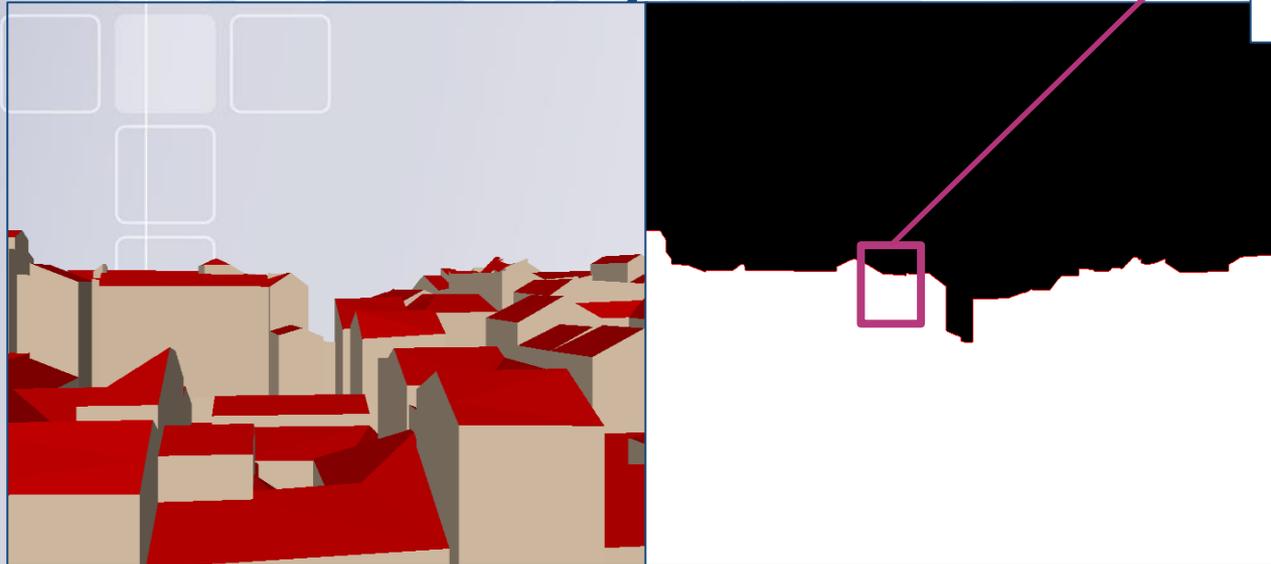


Exemple : Affichage avec uniquement les bâtiments remarquables dans la scène

■ Possibilité d'obtenir le pourcentage de bâtiments remarquables dans la scène

Mesurer la ville

■ Détection du skyline



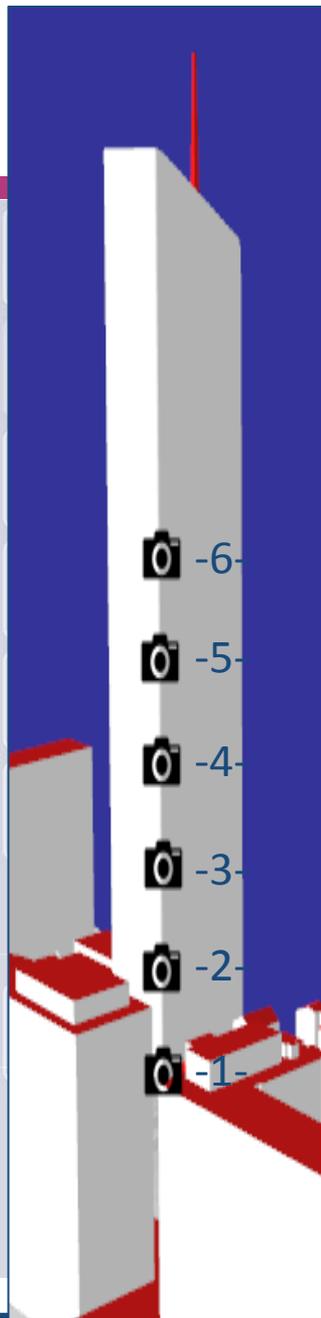
Exemple : La skyline de notre point de vue est dessinée en rouge sur l'image de droite

Ex : LYON_1ER_00161
Distance : 350m
Type : Toit

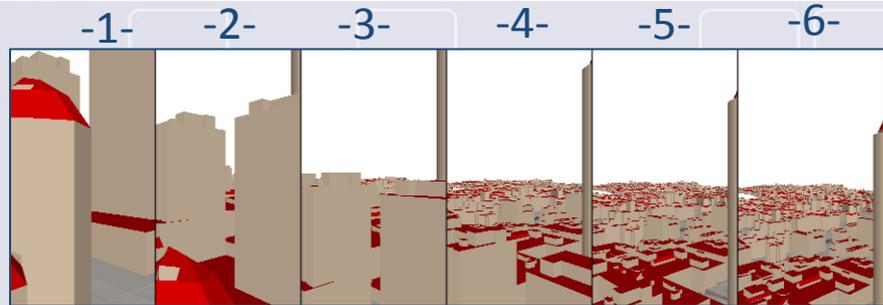
Ex: LYON_1ER_00130
Distance : 392m
Type : Mur

■ Il est possible d'extraire l'information 3D de notre skyline

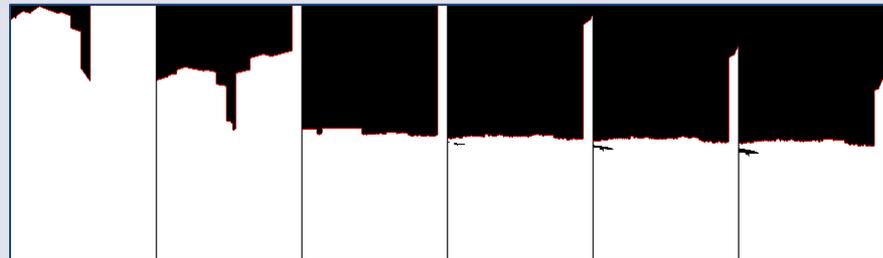
Cas 1 – Visibilité depuis la tour Incity



Point de vue



Mesure ligne d'horizon

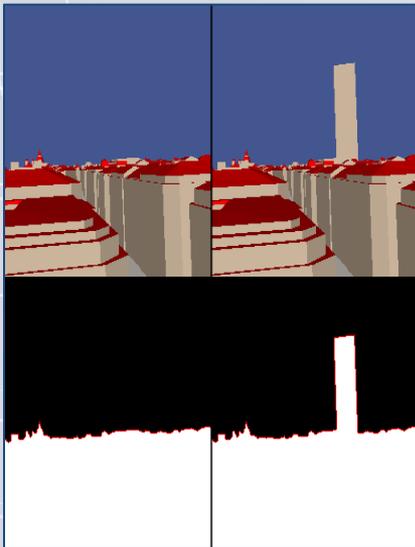


Repartition des éléments de la vue

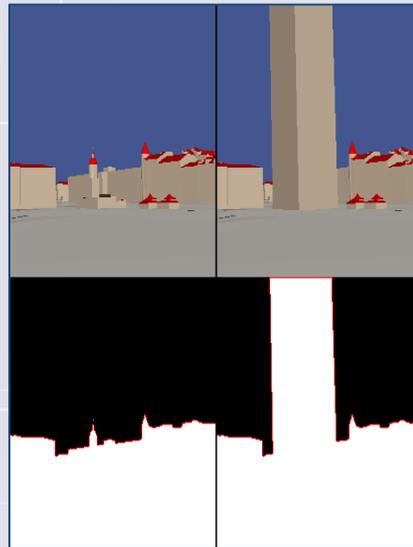


Cas 2 – Construction d’une tour dans le 2ème

- Ouverture des données 3D du deuxième arrondissement
- Ajout d’une tour fictive à la place de l’office du tourisme
- Calcul des indicateurs en fonction des différents points de vue



Ex: Avant/après -
Ancienne bourse de
Lyon



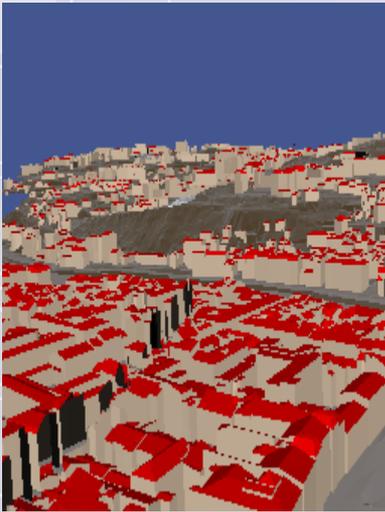
Ex: Avant/après - Place
bellecour

Place Bellecour - Répartition des bâtiments dans la vue en %		
	Avant	Après
Bâtiment Quelconque	72	32
Office de tourisme	5	63
Clocher place Antonin Poncelet	5	0
Hotel des postes	18	5

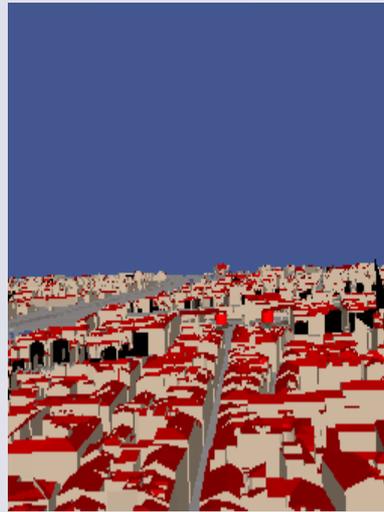
Ex: Répartition des bâtiments dans la vue avant/après construction de la tour

Cas 2 – Construction d'une tour dans le 2ème

■ Points de vue depuis la tour



Ex: Vue sur le 5^{ème}
arrondissement



Ex: Vue plein sud sur
le 2^{ème}
arrondissement



Ex : Vue sur le
3^{ème}/7^{ème}
arrondissement

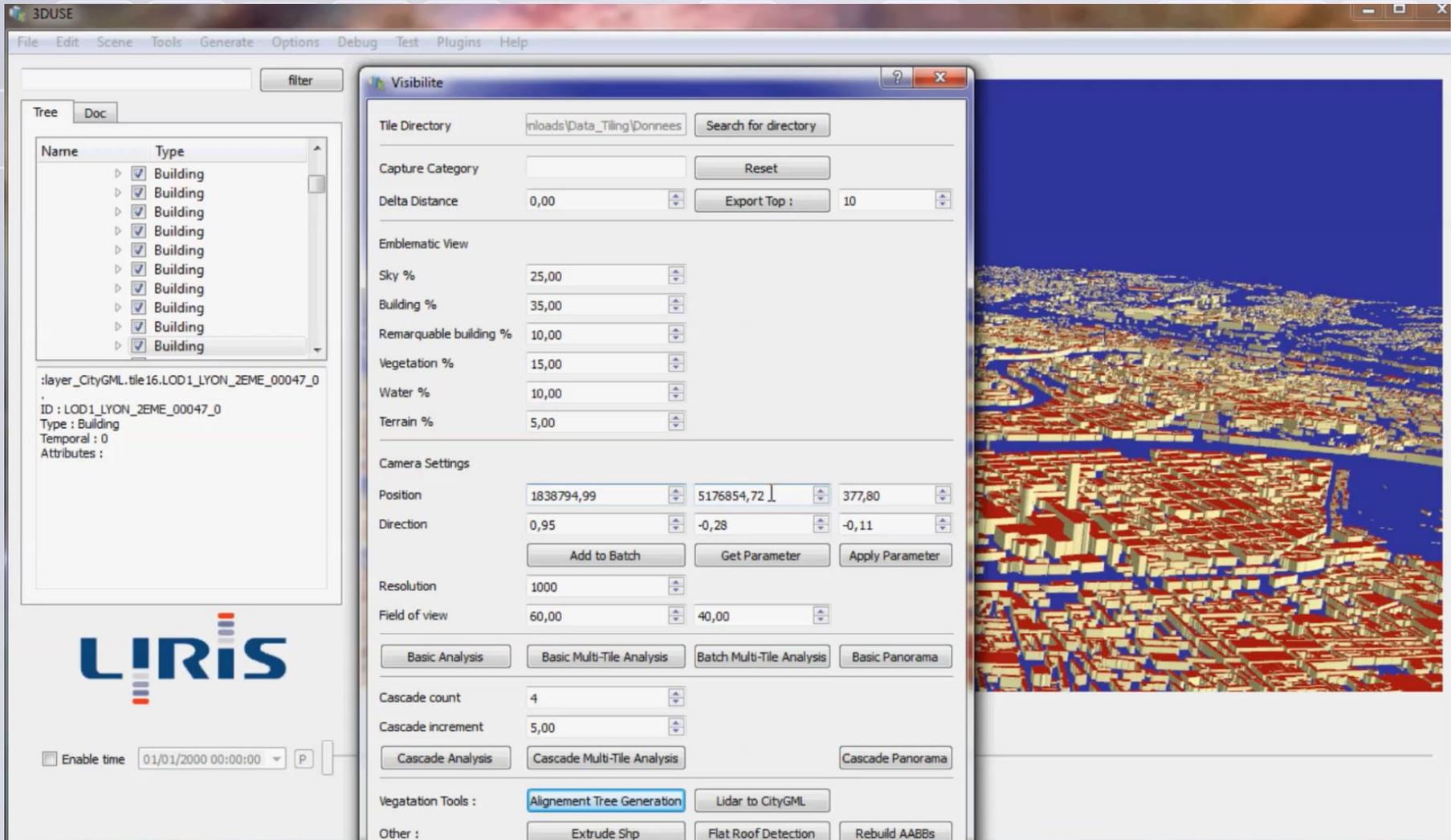
Indicateur de qualité « Vue emblématique »

- Les utilisateurs peuvent définir une liste de bâtiments jugés remarquables et définir la « Vue Emblématique » : % de fleuve, de végétation, de bâti remarquable,
- On peut comme cela comparer les analyses de points de vue avec la vue emblématique pour nous aider à caractériser la “qualité” de la vue

Indicateur de qualité “Vue emblématique”



Indicateur de qualité « Vue emblématique »



Détection de belvédères

- Il est possible de créer une base de données nous permettant d'identifier les points de la ville les plus vus lors d'une série d'analyse de visibilité
- Cela nous permettra d'extrapoler les points de la ville offrant une meilleure vue

Identifiant Polygone	Nombre de fois vue	Identifiant CityObject
UUID_c98919c5-6b64-4fcf-8e37-ed409649e1d7	13	LYON_1ER_00136
UUID_37a61d71-36b2-4a4c-84e8-50d5b89c487b	13	LYON_1ER_00140
UUID_2f69db7a-4e1c-461e-bed8-a461df534882	12	LYON_1ER_00019
UUID_8cbaaafb-ce6e-4c76-857a-f73adf0d1eb9	12	LYON_1ER_00073
UUID_fefbf62b-fc8c-45c5-9189-4234479a60b4	12	LYON_1ER_00087

Exemple : Liste des points les plus vus lors d'une série d'analyse pouvant être considérés comme des belvédères

Analyse d'un point de vue

- Des résultats sur la part de la vue occupée par chaque élément (ici la tour Incity) :



812 123_TOUR_INCITY

% de la vue
globale

2364 0.1576

% du
paysage bâti

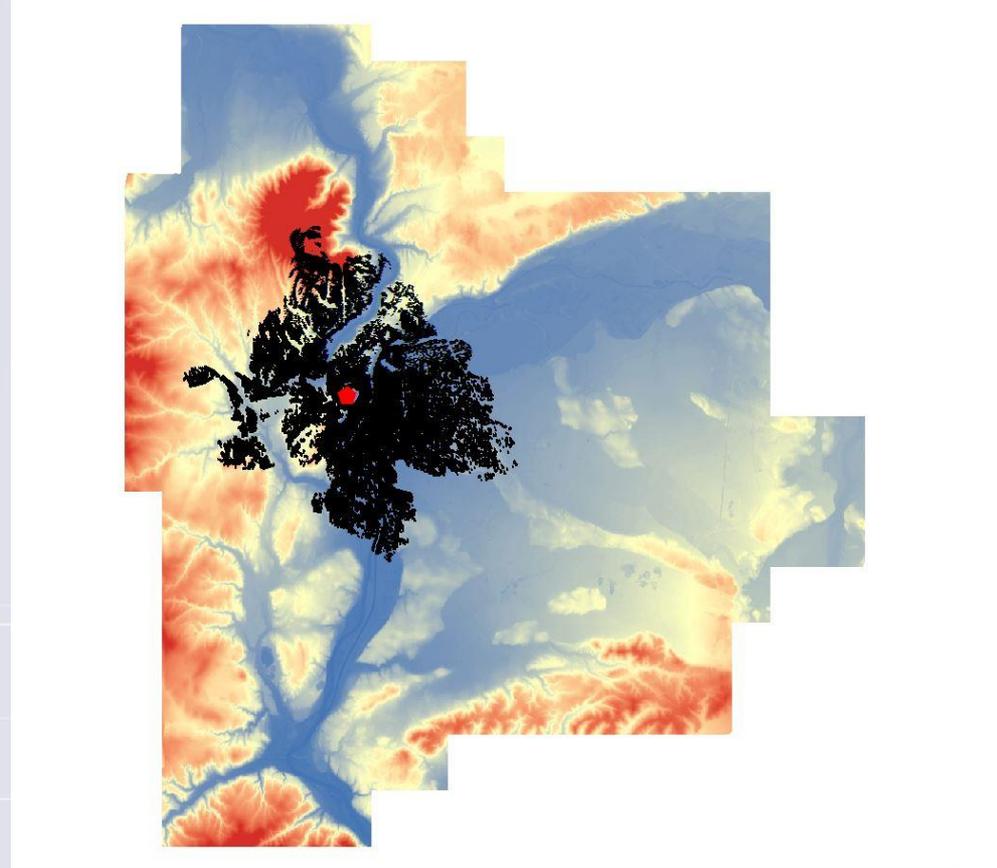
0.389784

Building

WallSurface

Analyse d'un point de vue

- Réalisation d'analyses systématiques (automatisées) :
analyse à 360 degrés



Démonstration

LIRIS



UMR 5205 CNRS

Urban visibility study

Laboratoire d'InfoRmatique en Image et Systèmes d'information

Cyril Briquet, Florence Jacquinod, Frédéric Pedrinis, Gilles Gesquière & Manuel Appert



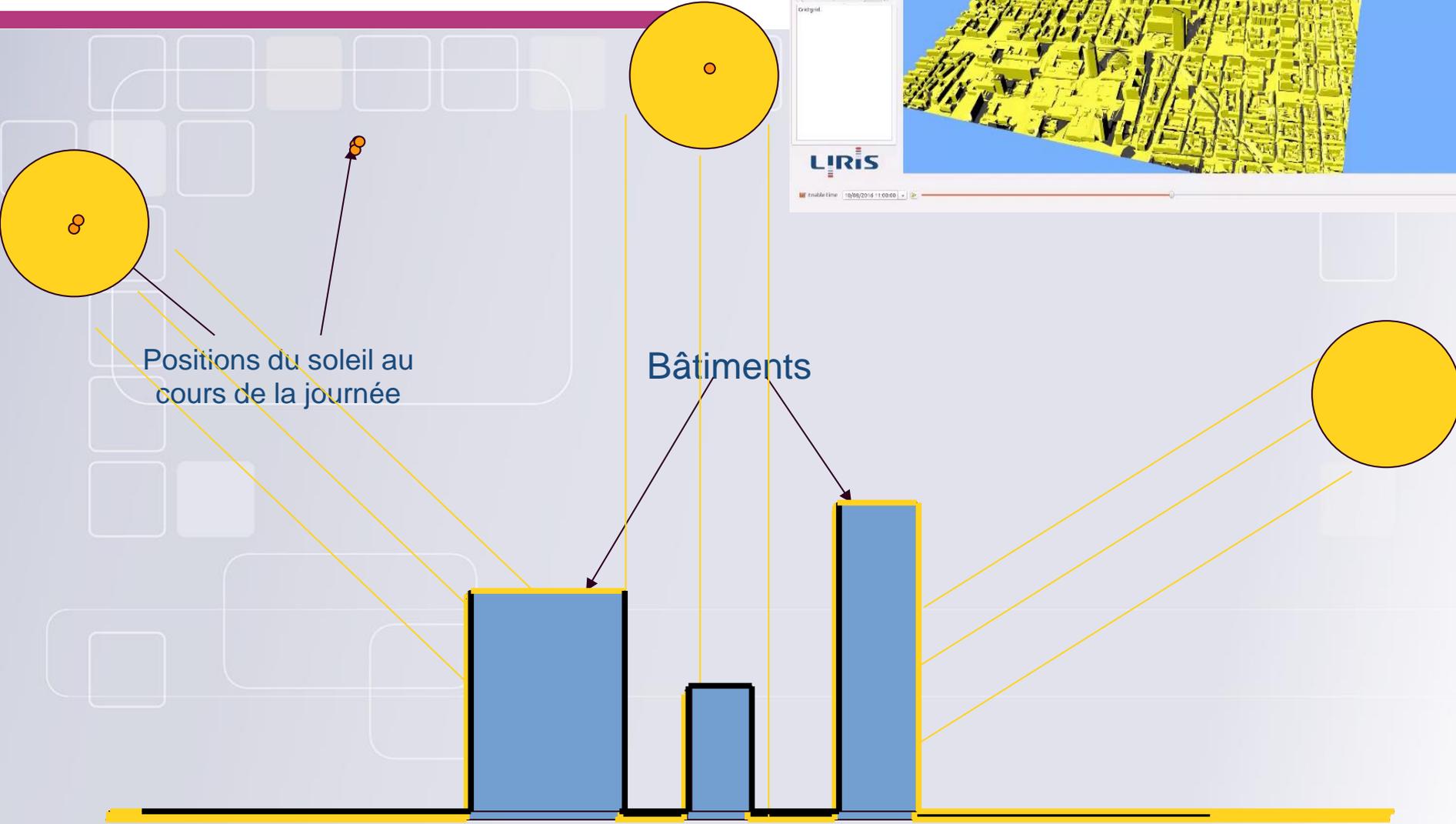
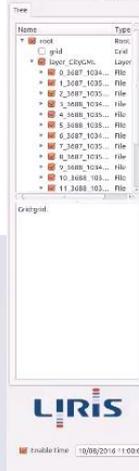
INSA



UNIVERSITÉ
LUMIÈRE
LYON 2



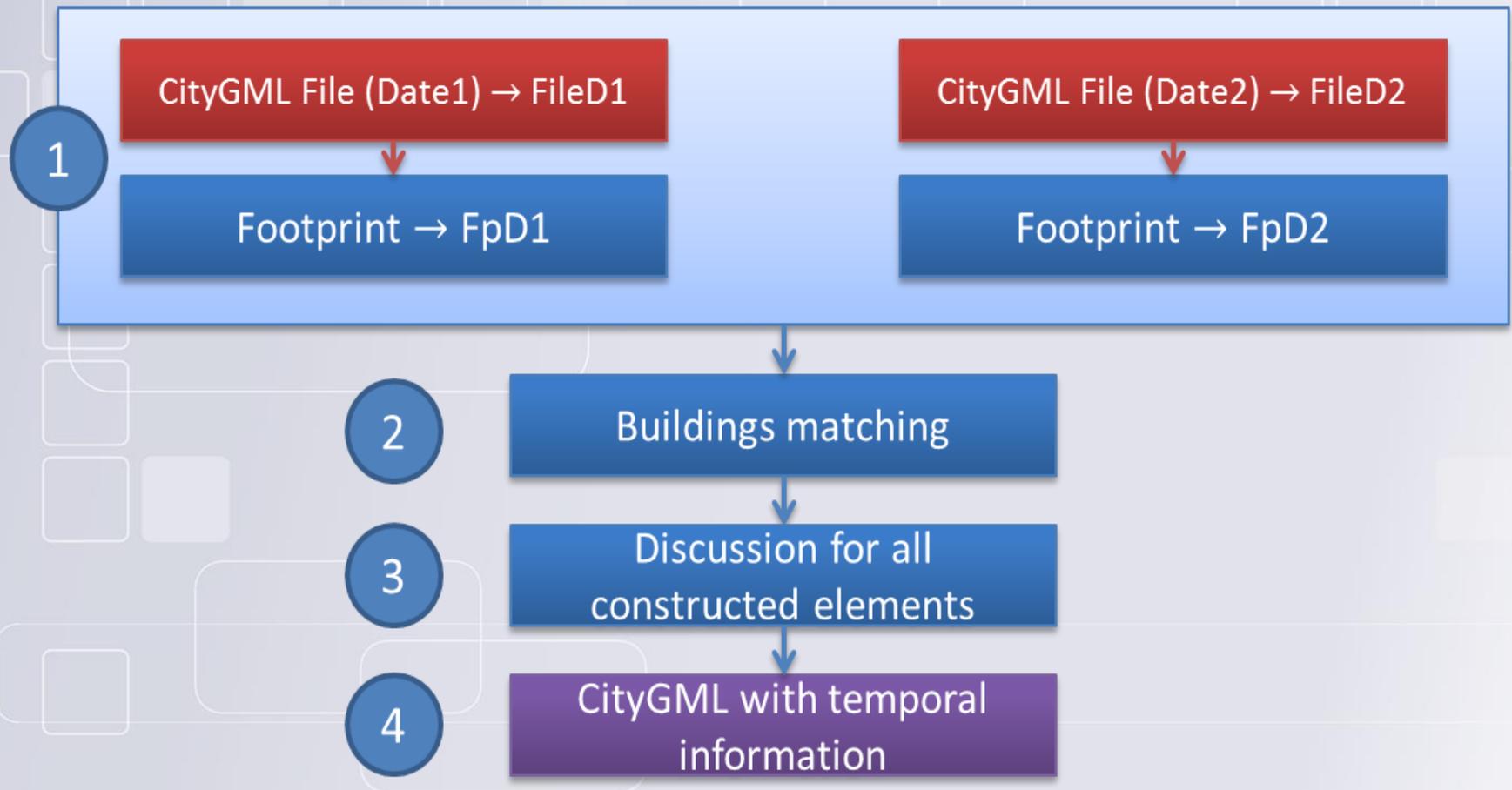
Analyse ensoleillement



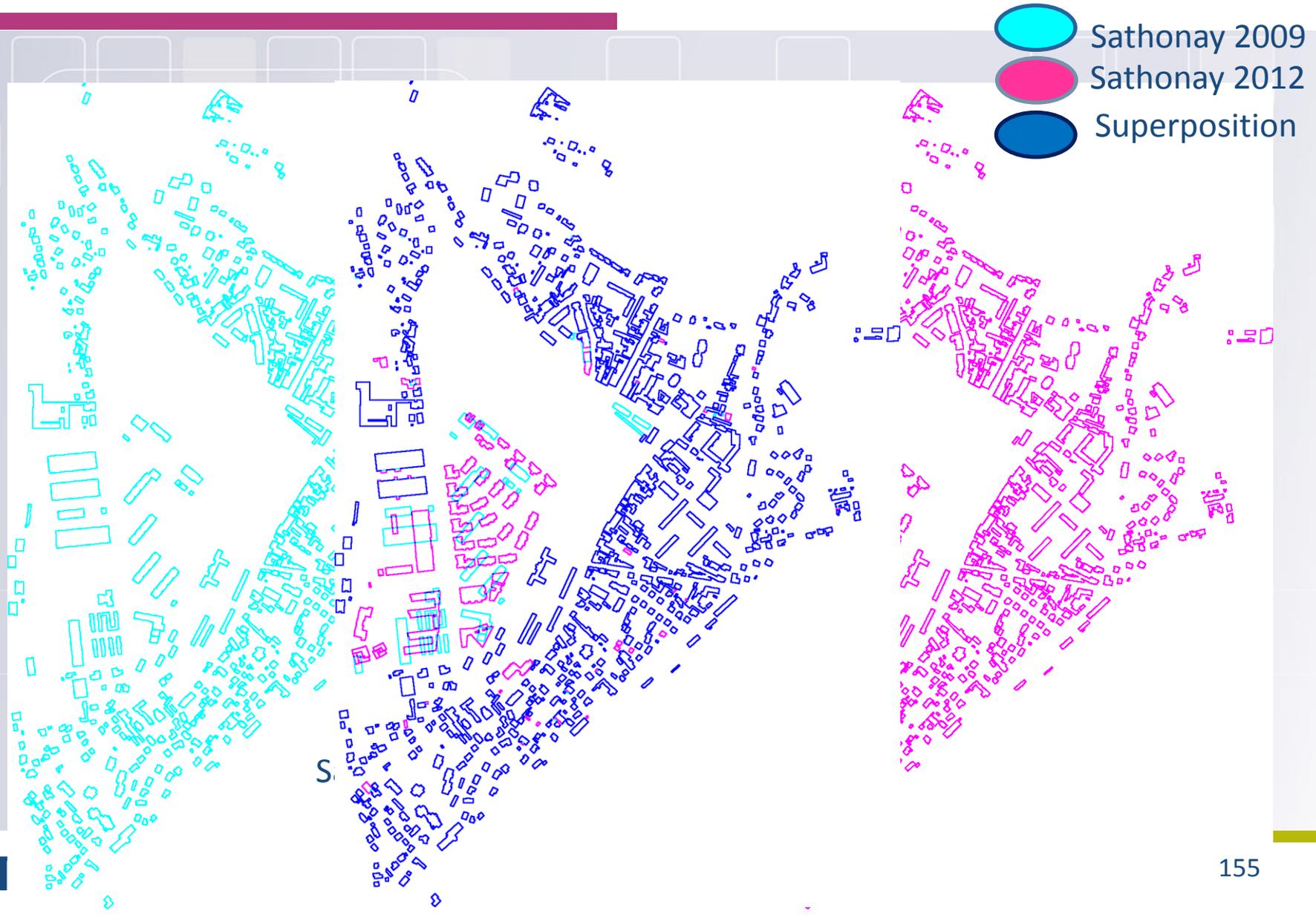
Détection de changements dans une ville

- Comparer deux fichiers CityGML représentant une même zone
- Mesurer l'évolution de la ville entre deux dates en utilisant deux fichiers CityGML

Algorithme de comparaison de deux CityGML



Mise en correspondance des bâtiments



Discussion pour deux bâtiments qui se superposent

- **Bâtiment détruit** : le bâtiment appartenant à la date la plus ancienne n'a pas été retrouvé.
- **Bâtiment construit** : le bâtiment appartenant à la date la plus récente est apparu.
- **Bâtiment modifié** : le même bâtiment a été repéré dans les deux dates avec de légères évolutions
- **Bâtiment inchangé** : le bâtiment a été retrouvé identique dans les deux dates

Comparaison des deux emprises au sol

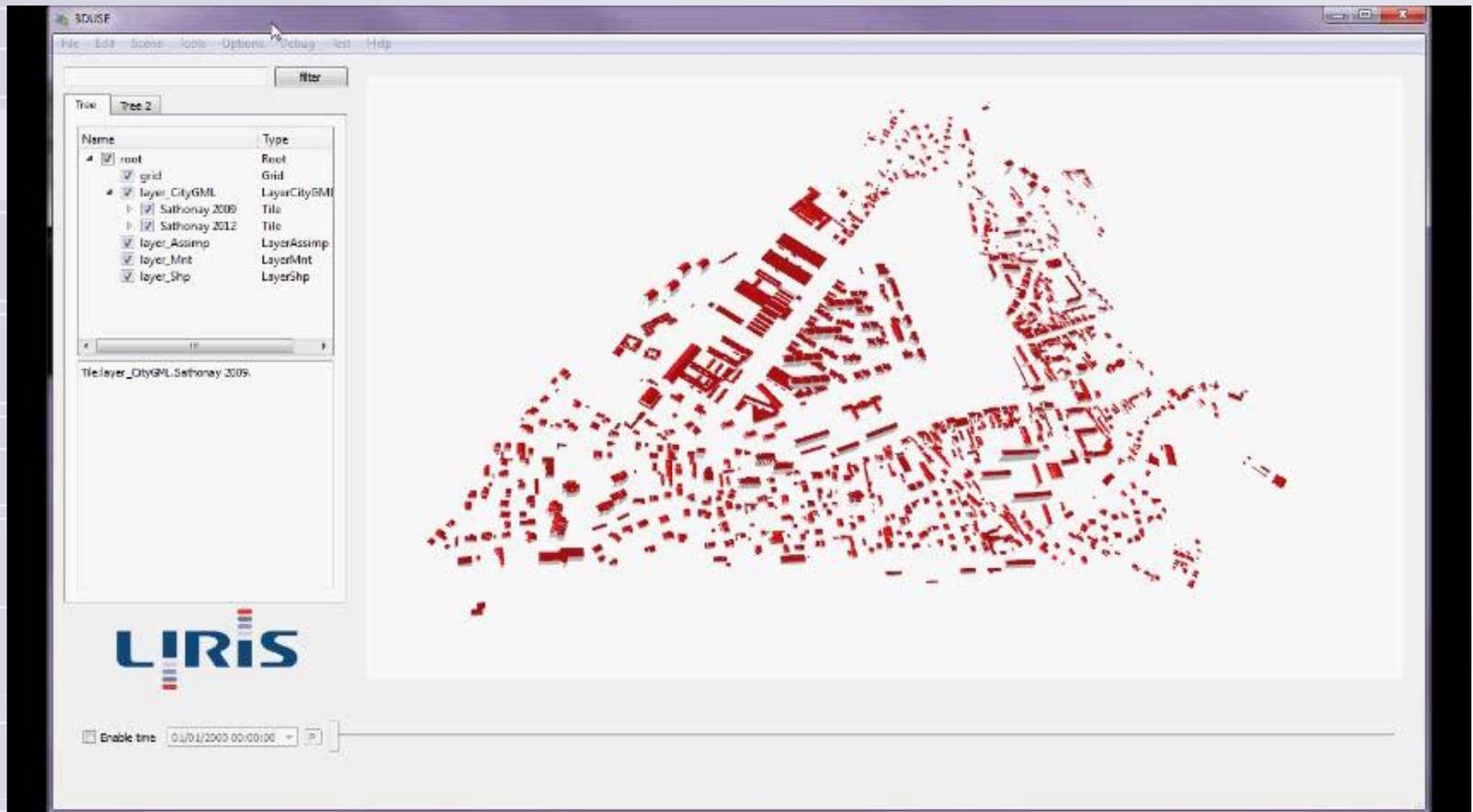
■ Deux tests pour répartir les bâtiments dans ces quatre catégories :

- Comparaison des emprises au sol
- Si l'emprise au sol semble identique
 - Calcul de la distance 3D entre les bâtiments (Calcul de la distance entre maillages pour mesurer l'éloignement maximal des bâtiments 3D).

	Reference Building Date 1	Case 1 Building Date 2	Case 2 Building Date 3
3D Model			
Comparison between current Building and Reference Building			



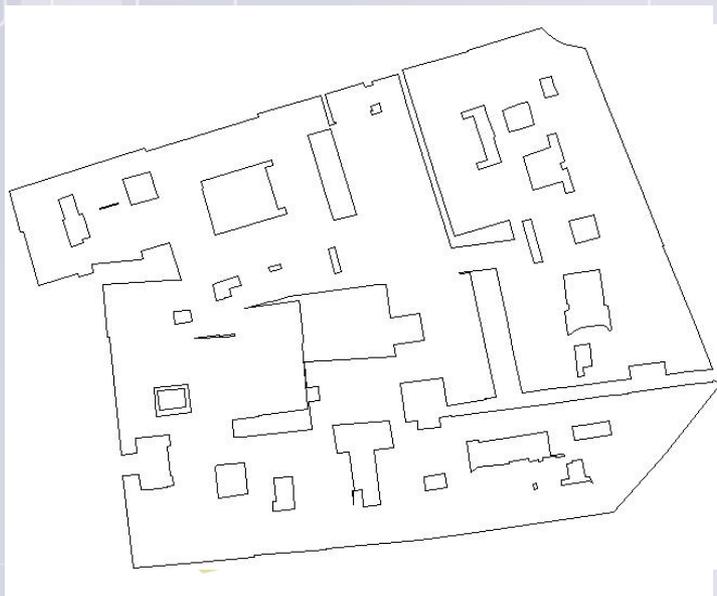
Résultats sur les données de Sathonay



F. Pédrinis, M. Morel and G. Gesquiere “Change detection of cities” Proc. of 9th International 3DGeoInfo Conference (3DGeoInfo 2014), Lecture Notes in Geoinformation and Cartography 2015

Amélioration des données CityGML

Mise en relation des bâtiments issus du fichier CityGML avec le cadastre



Bâtiment issu d'un fichier CityGML



Ensemble de bâtiments issus du cadastre et géographiquement superposés à celui du CityGML

Amélioration des données CityGML



UMR 5205 CNRS

Cut of CityGML buildings with the Cadastre.

Laboratoire d'InfoRmatique en Image et Systèmes d'information



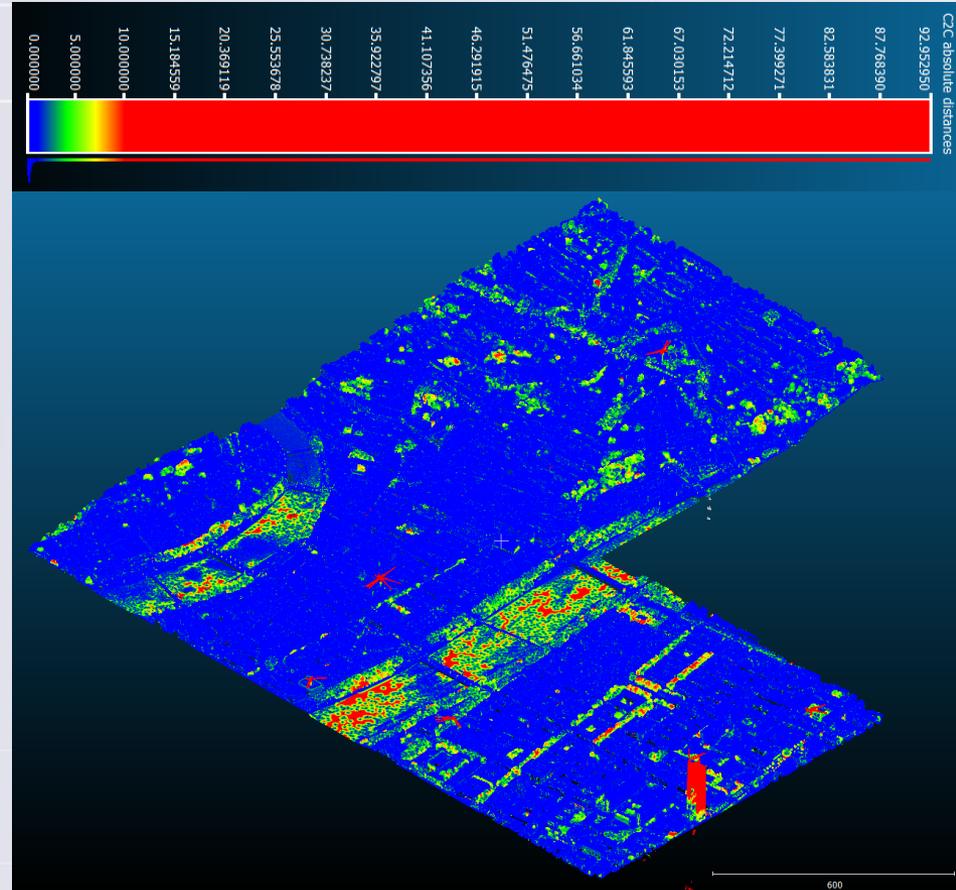
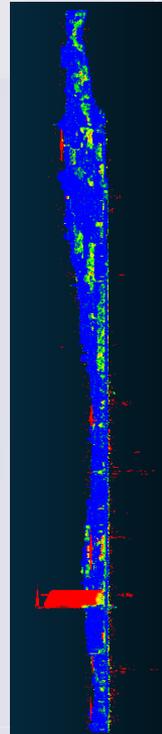
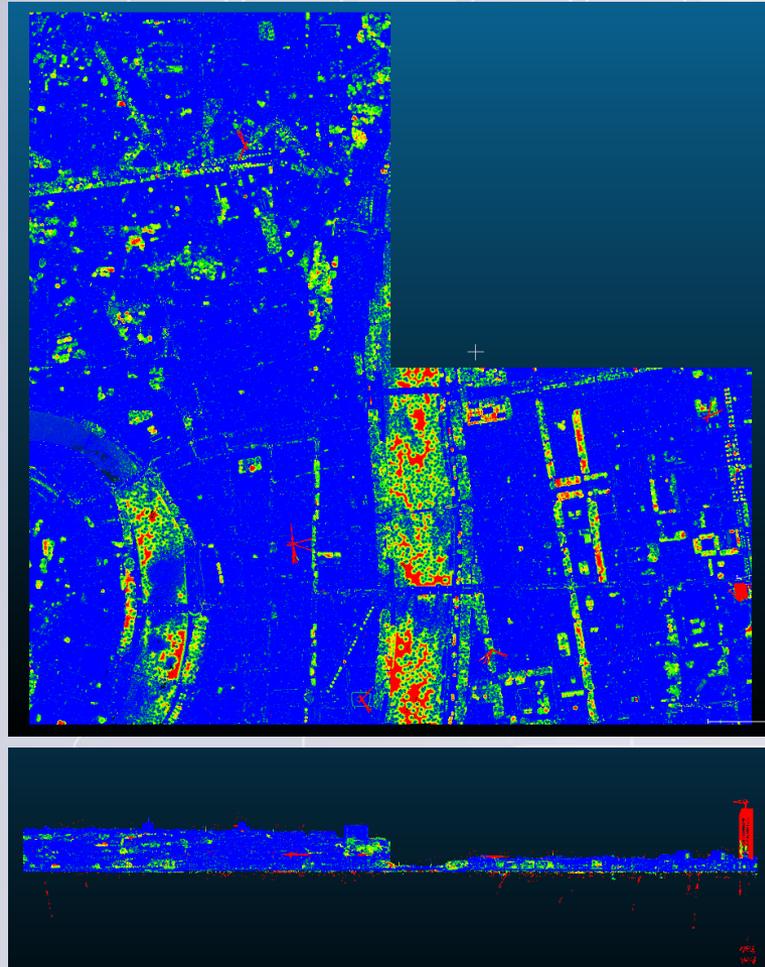
INSA



UNIVERSITE
LUMIERE
LYON 2



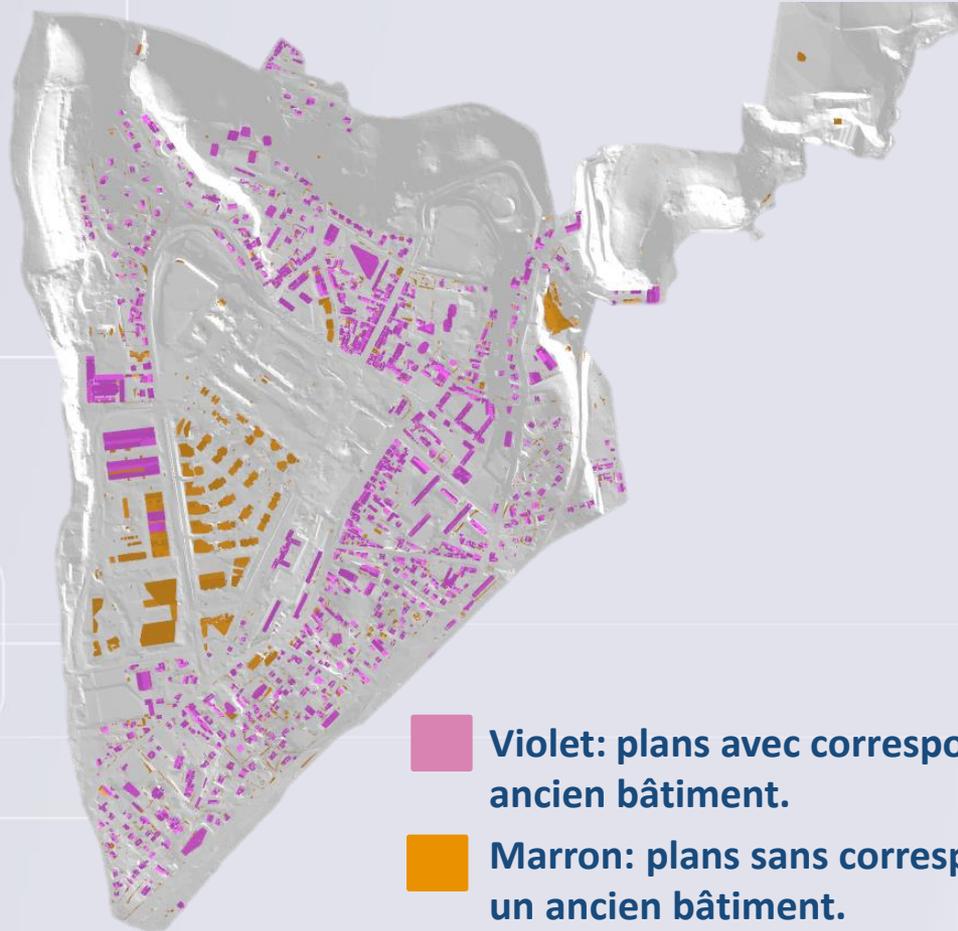
Mesurer le changement sur LiDAR



Distance des points du LiDAR 2015 par rapport à ceux du LiDAR 2012.

Mesurer le changement

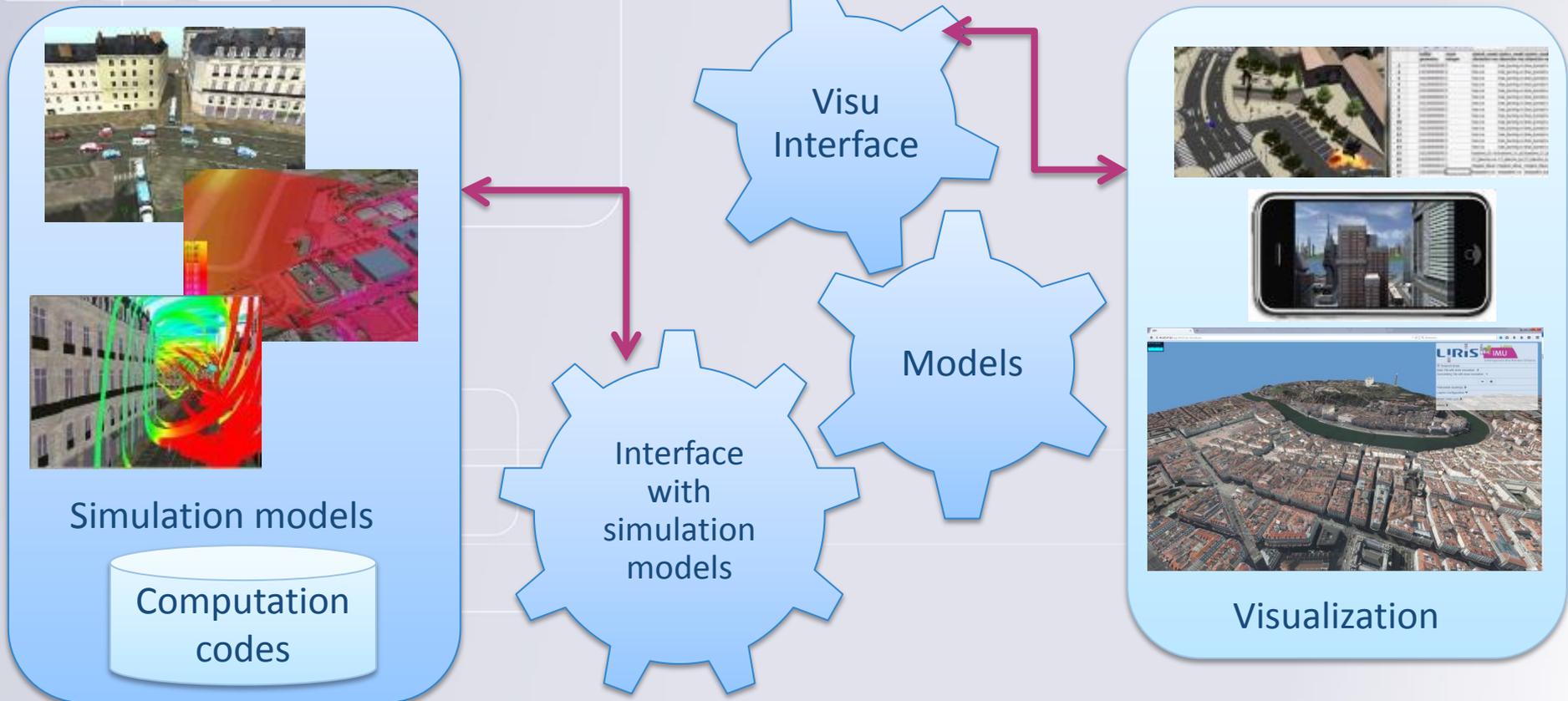
- Détection du changement en utilisant les relevés Lidar (relevé aérien de points)



- Violet: plans avec correspondance avec un ancien bâtiment.
- Marron: plans sans correspondance avec un ancien bâtiment.

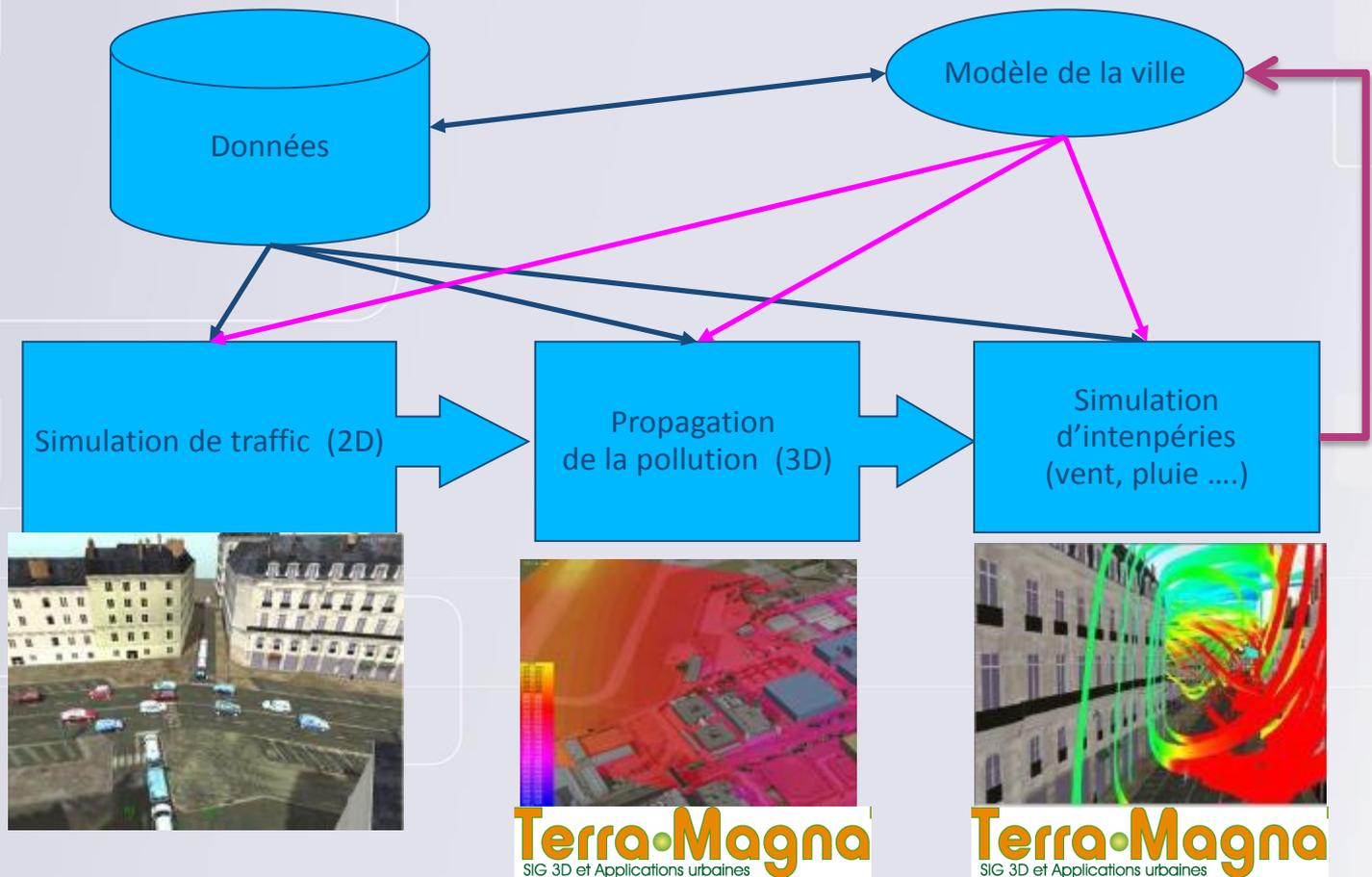
Mesurer la ville – couplage de modèles

- **Intégration données – modèles de simulation afin de mieux comprendre des phénomènes**



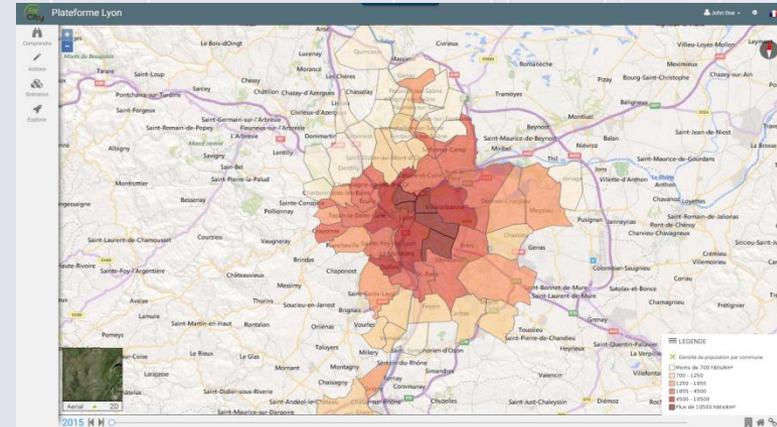
Mesurer la ville – couplage de modèles

■ Mixer les données issues de différents modèles



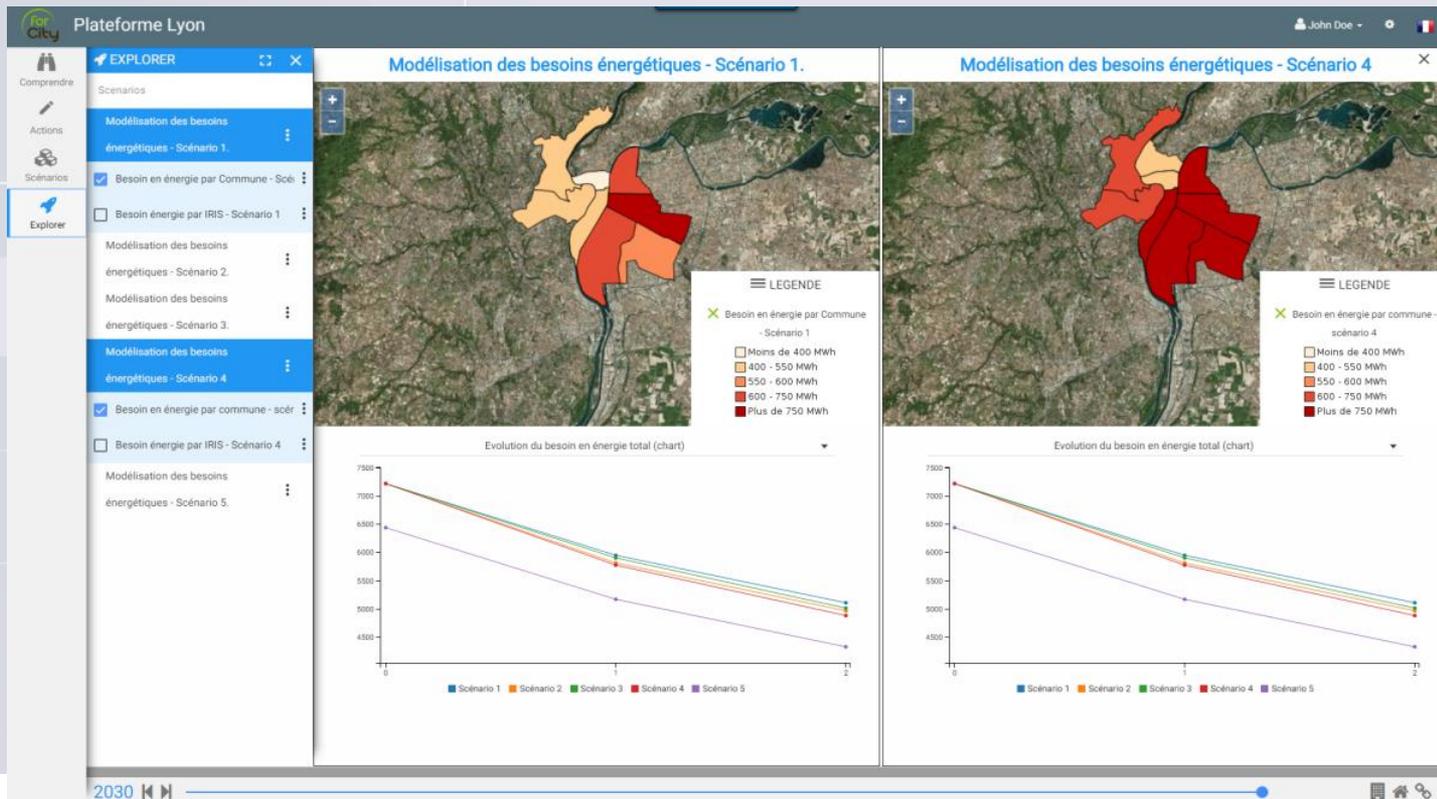
Mesurer la ville – couplage de modèles

- Préparer l'avenir (exemple Forcity)
- Analyse de densité de population
- Potentiel de production de déchets
- Potentiel de déploiement du réseau de chaleur urbain.



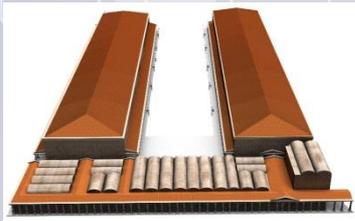
■ Possibilité d'en tirer des scénario

- Potentiel de déploiement du réseau de chaleur urbain, demande en chaud, extension de réseau



Gestion du temps

- Besoin d'informations temporelles



SeaPort, Rome (1-3^e century) - Archeorient - Liris



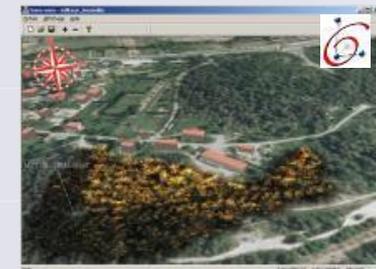
Alaric, Givors et Terre-noire, France (19^e century) - EVS - Liris



Training in risk management (SimFor)



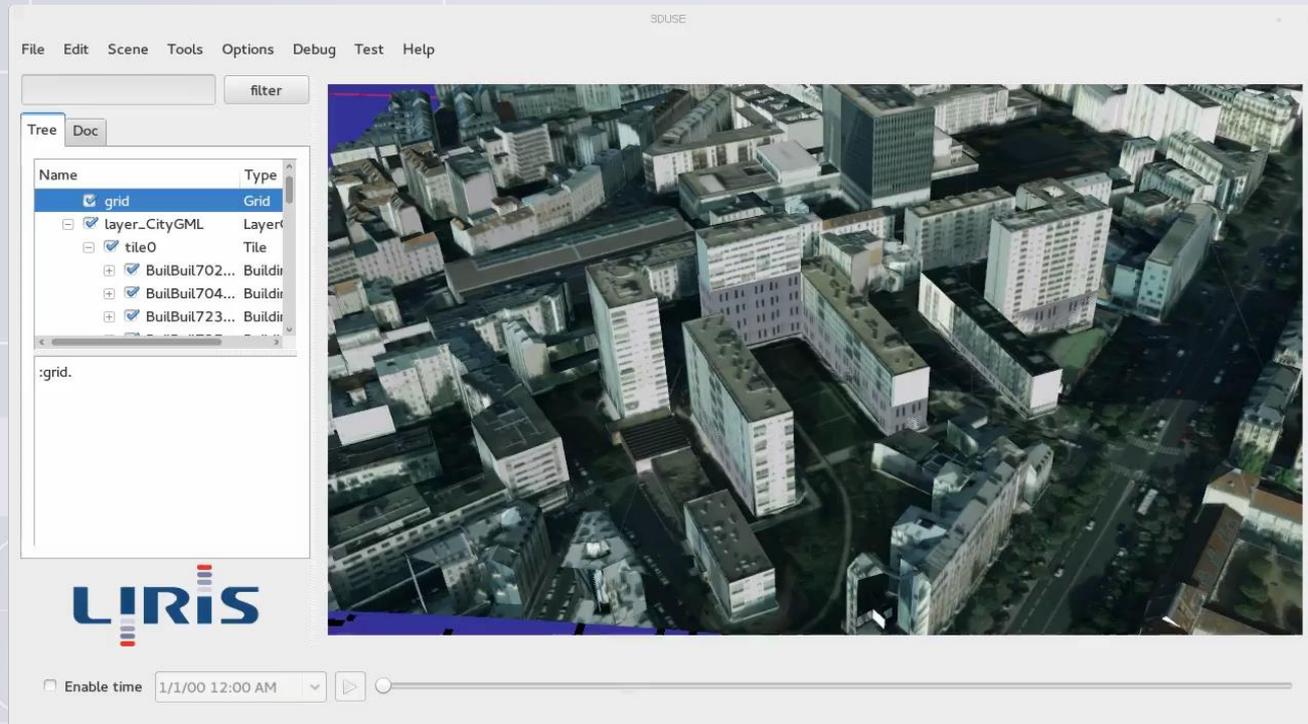
Urban Management (VCity (France))



Awareness for forest fire (SDIS13)

Gérer la temporalité/ les versions de la ville

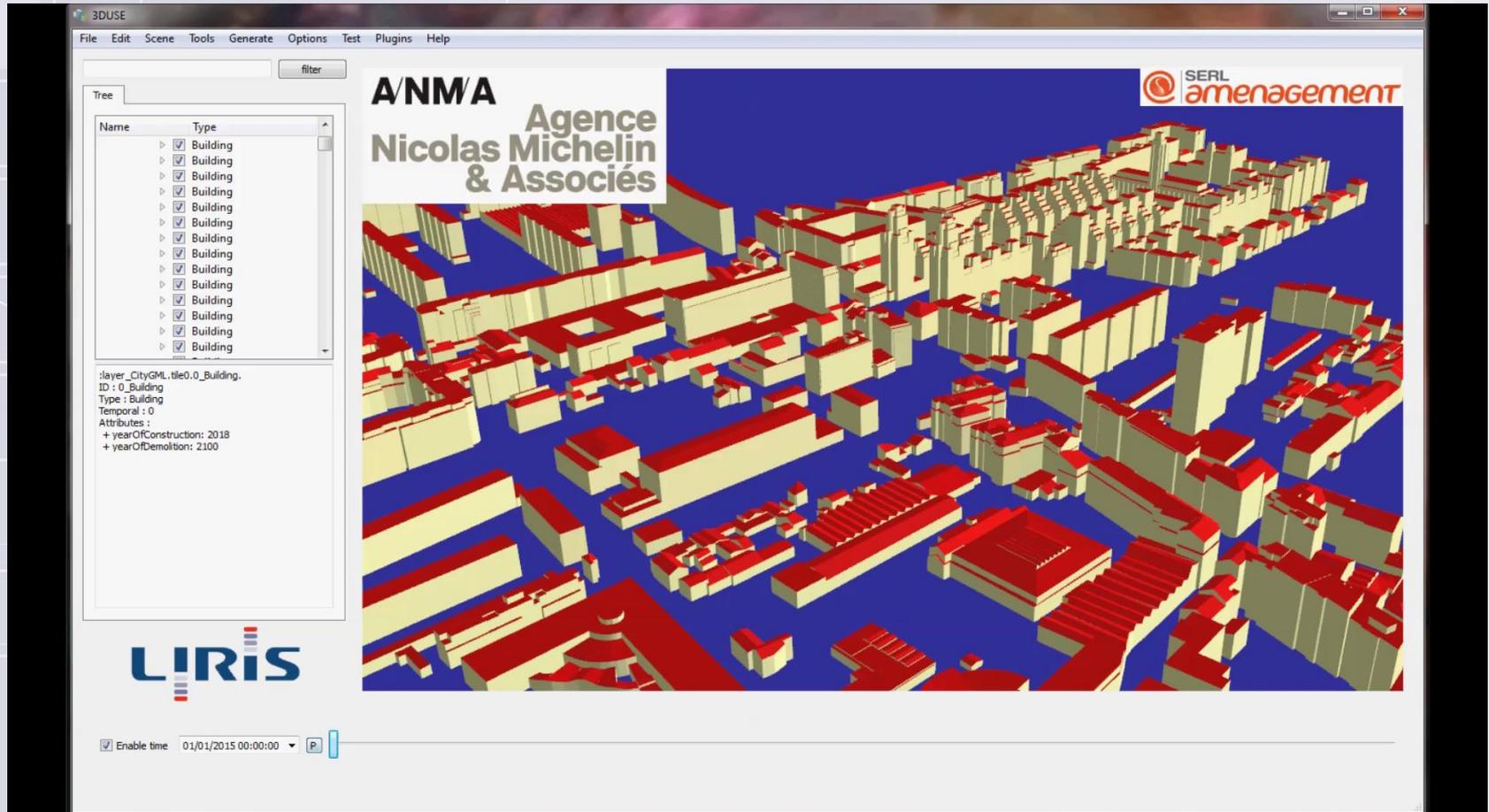
■ Enregistrer la dynamique de la ville



Morel M., Gesquière G., "Managing Temporal Change of Cities with CityGML", Eurographics Workshop on Urban Data Modelling and Visualisation, 2014, DOI: 10.2312/udmv.20141076

Mieux appréhender le changement

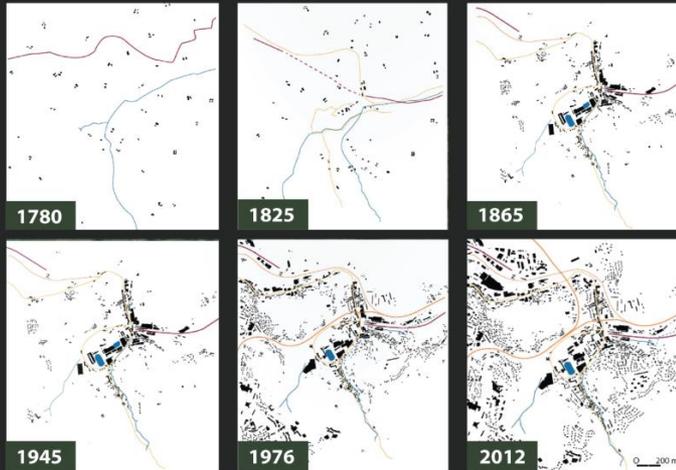
Représenter les changements planifiés



Comprendre le passé



Evolution urbaine de l'ancienne commune de Terrenoire : exploitation SIG.



SIG - QGIS : C. Périnaud - EVS, 2015.

Matériau urbain de référence



Evolution urbaine de la commune de Givors : exploitation documentaire.

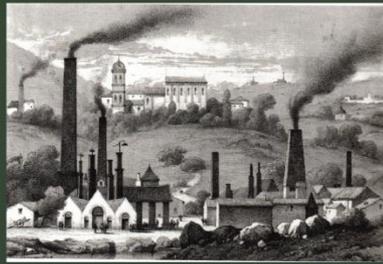
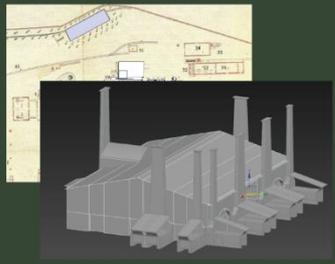
Plans : Archives Municipales de Givors .

Extraits de photographies aériennes et du cadastre de 2012 : Géoportail (en ligne).

Comprendre le passé



Visualiser le changement et accéder aux sources



lithographie de l'usine de Terrenoire, in Eugène Bonnefons, 1851.

Fig. 3. Vue temporelle 3D et accession aux sources.

1. Modélisation 3D à partir de plans d'archives, ci à droite du site industriel de Terrenoire dans les années 1850, ci dessous des environs de la gare d'eau de Givors dans les années 1930,

2. spatialisation des projets réalisés ou envisagés -

Infographie - S. Le Gougec, LIRIS - 3D U3E et 3D studio max.
Iconographie - Archives municipales de Givors.



3. A l'aide d'un curseur temporel, le dispositif prévoit d'évoluer dans les données d'archives et la modélisation 3D.



Accès aux discours locaux et argumentaires autour des projets -

Délibération du Conseil Municipal de Givors, 23 décembre 1920 - projet de modernisation de la passerelle de la gare d'eau : demande des Chambres de Commerces de Lyon et Saint-Etienne de justifier de son utilité.

"La passerelle qui se trouve à l'entrée de la gare d'eau est d'une utilité incontestable pour les nombreux ouvriers qui travaillent aux Etablissements Prenat, ainsi que dans les usines de Grigny et sa suppression ne saurait être envisagée."

Accès à l'iconographie -

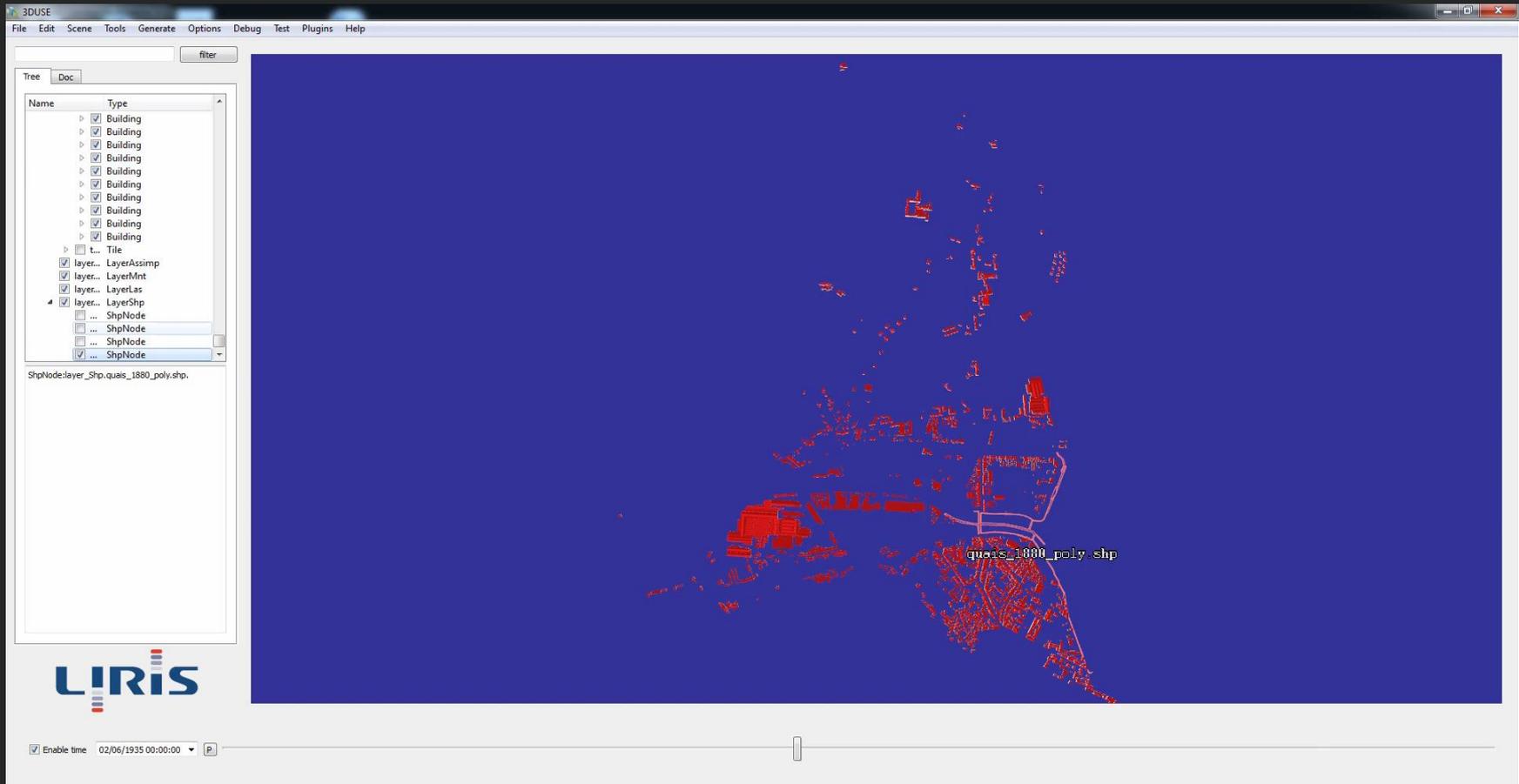


Vue de la gare d'eau modernisée, carte postale, années 1930. Archives Municipales de Givors, fond Jean-Michel Duhart.

Comprendre le passé



Vue temporelle 3D et accession aux sources.



Managing temporality and versions of the city

Managing competing versions of the city

Workspace 1



V₁

V₀

Planned

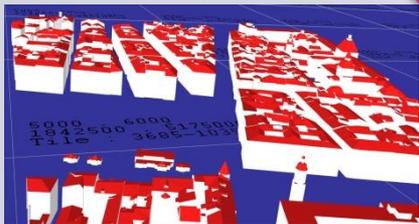
Planned

2 workspaces- 8 versions

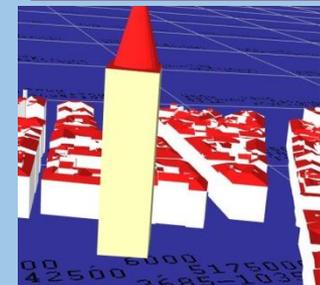
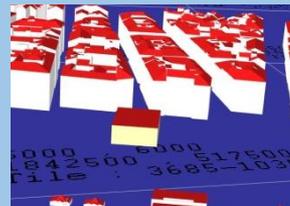
V₂

V₂

V₆

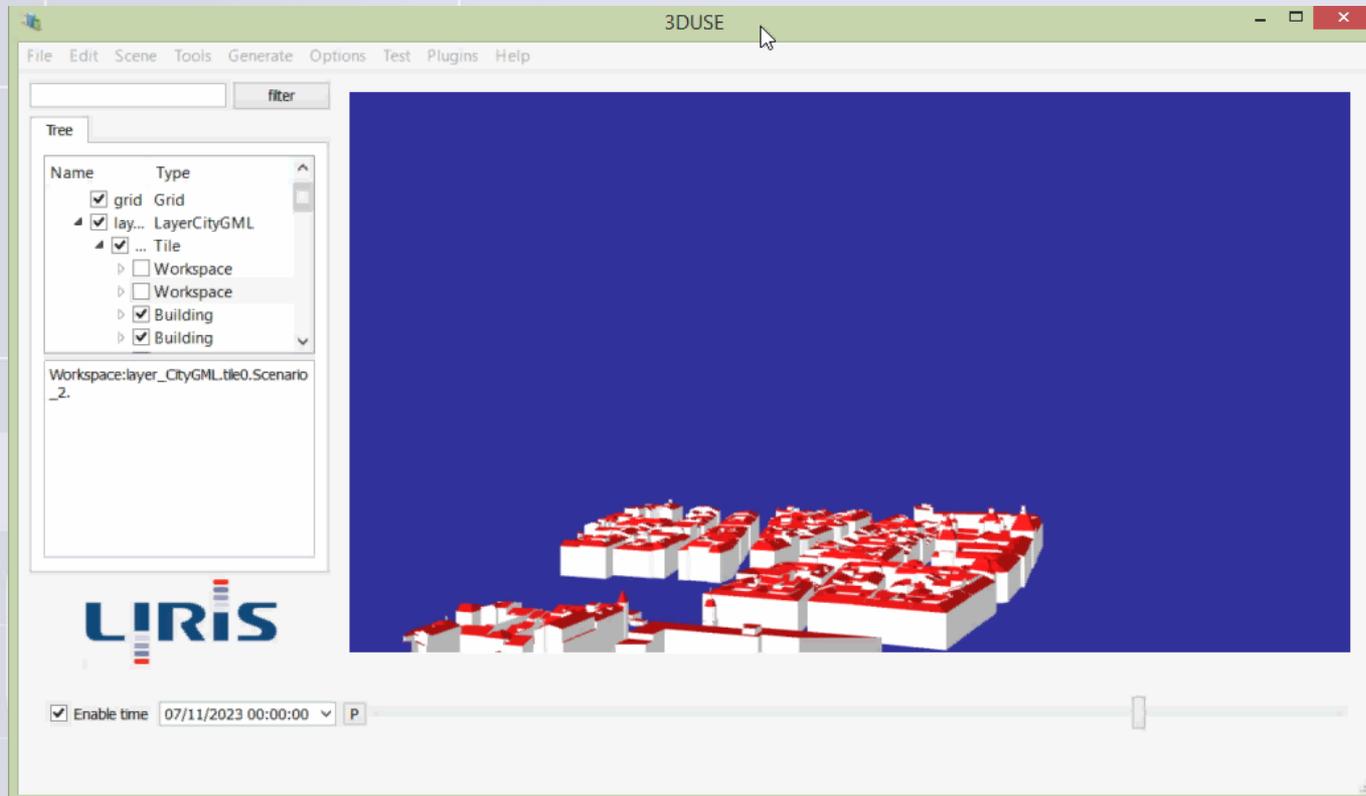


Workspace 2



Managing temporality and versions of the city

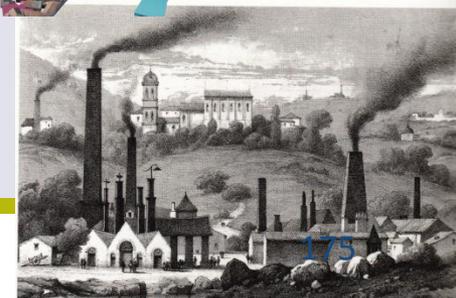
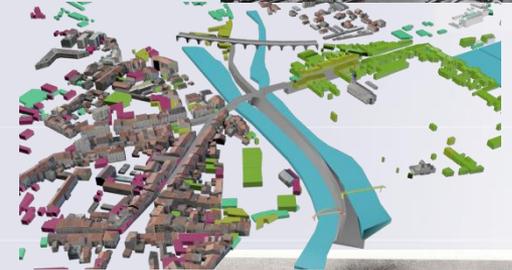
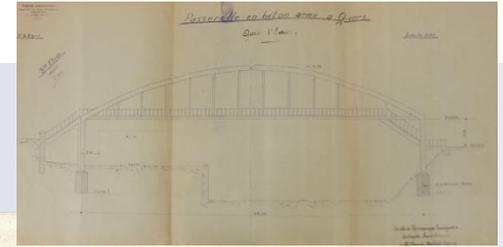
■ Visualization of competing versions of the city



Chaturvedi K., Smyth C., Gesquière G., Kutzner T. Kolbe T., "Managing versions and history within semantic 3D city models for the next generation of CityGML", in 3D Geoinfo 2015 conference and Lecture Notes in Geoinformation and Cartography 2016

Managing change for Cultural Heritage Data

- Study of Cultural Heritage in Urban Fabric
- A Large number of unused historical documents are present both in public and private archives
 - Textual Documents (Municipal Council Report)
 - Meetings, Newspaper articles, Books, Periodicals)
 - Iconography
 - Cartography
 - Audiovisual Media
 - Artifacts (Paintings etc.)
 - Hybrid Document
- The story of structural change of a city as told by these documents
- The study of another imaginary view of a city if some project was carried out in the past



Managing change for Cultural Heritage Data

■ Data model

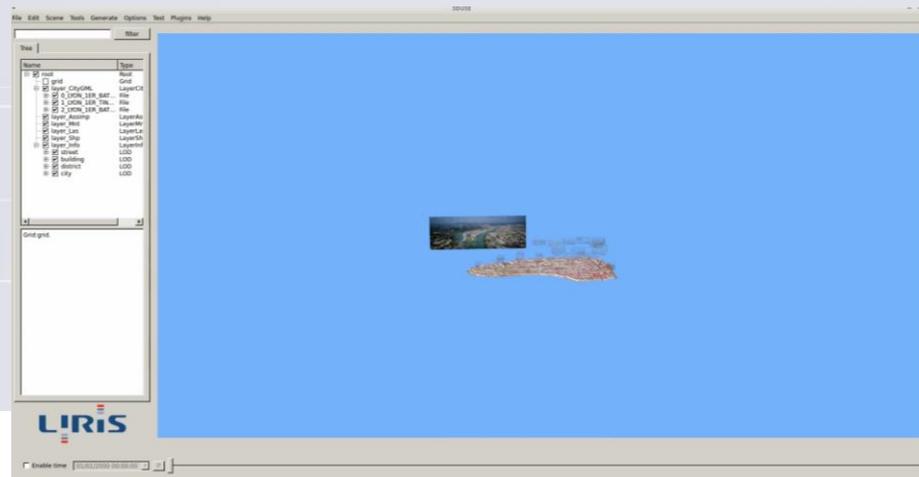
- Data Interoperability
- Based on international standards like CityGML
- Extending CityGML to represent Documents (regarding to other standards)
 - Representing multidimensional (spatial, temporal and thematic) information
 - Representing a wide variety of documents and their associated metadata
 - Integrating this model to the CityGML for representing various references to diverse city objects like buildings, bridges, tunnels etc.
 - Ability to represent documents related to unrealized (or non-existing) projects
 - Proposition of a CityGML ADE (Application Domain Extension) to promote sharing these documents and various hypothesis with other researchers

Managing change for Cultural Heritage Data

■ Analysis and Visualization

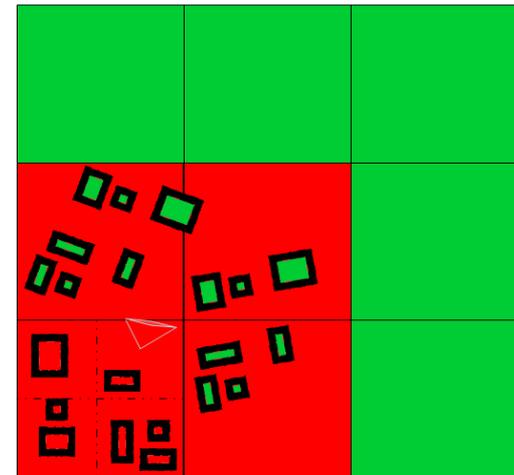
- Visualizing 3D city structures along with available documents (especially images) at various levels of detail
 - Panoramic images of the city
 - Images of buildings at much finer levels of granularity
- Visualize alternate histories of a city
 - Unfulfilled projects suggesting the construction of different city objects
- Search and Filter the documents based on the user context
 - Important tourist attractions
 - Municipal council reports related to specific projects
 - ...

Representing
spatio-temporal
data



Découpage en tuiles

- Les cityGML sont parfois de grande taille
- Nécessité d'avoir des représentations tuilés
 - En faciliter la gestion
 - Paralléliser ou simplifier certains traitements
 - Permettre un transfert et une visualisation plus fluide des données



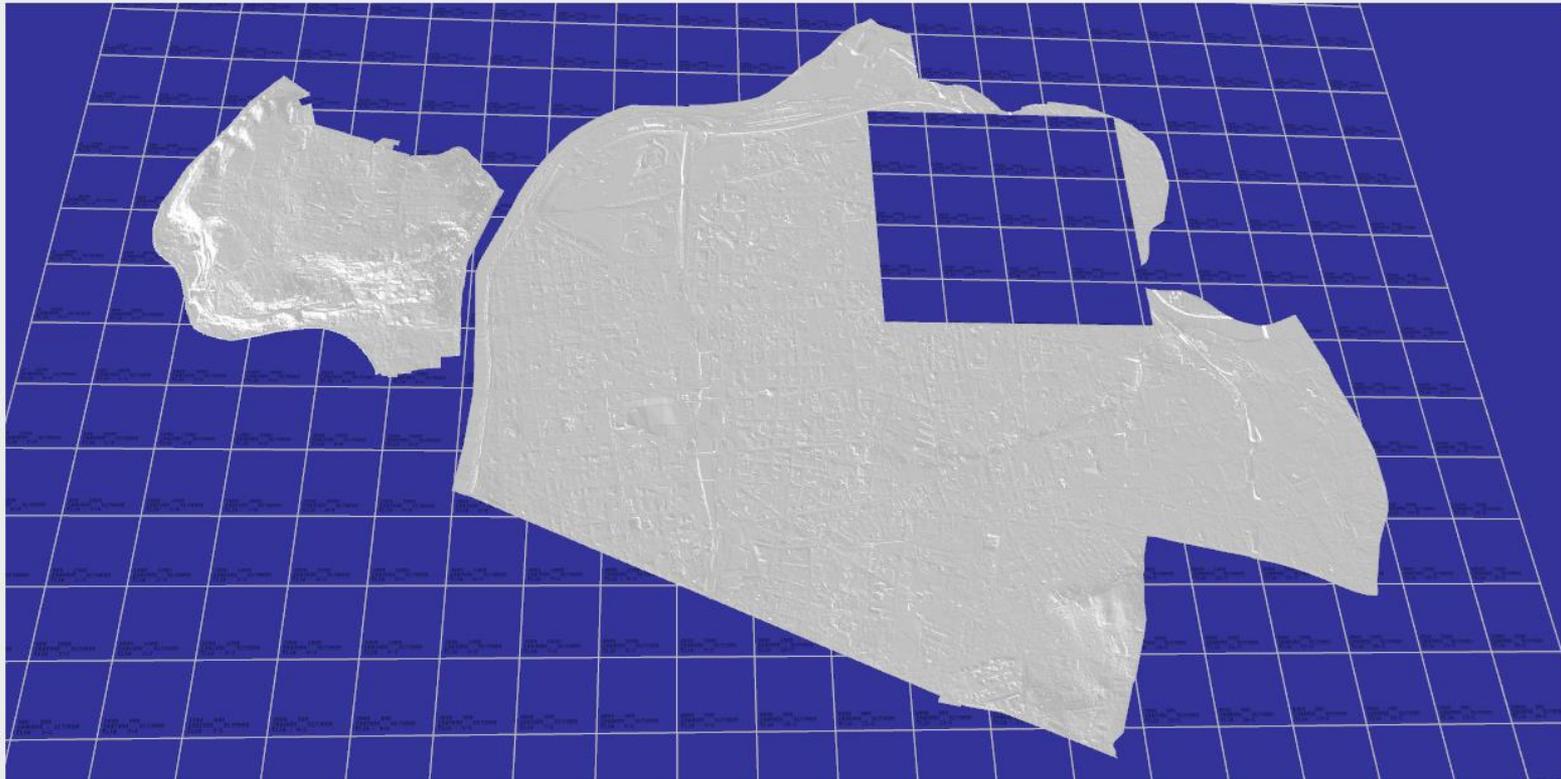
Legend

- Tile field loaded with high priority
- Tile field loaded with low priority
- Buildings loaded with high priority
- Buildings loaded with low priority

Pour les données urbaines (surfaces) Découpe en tuiles

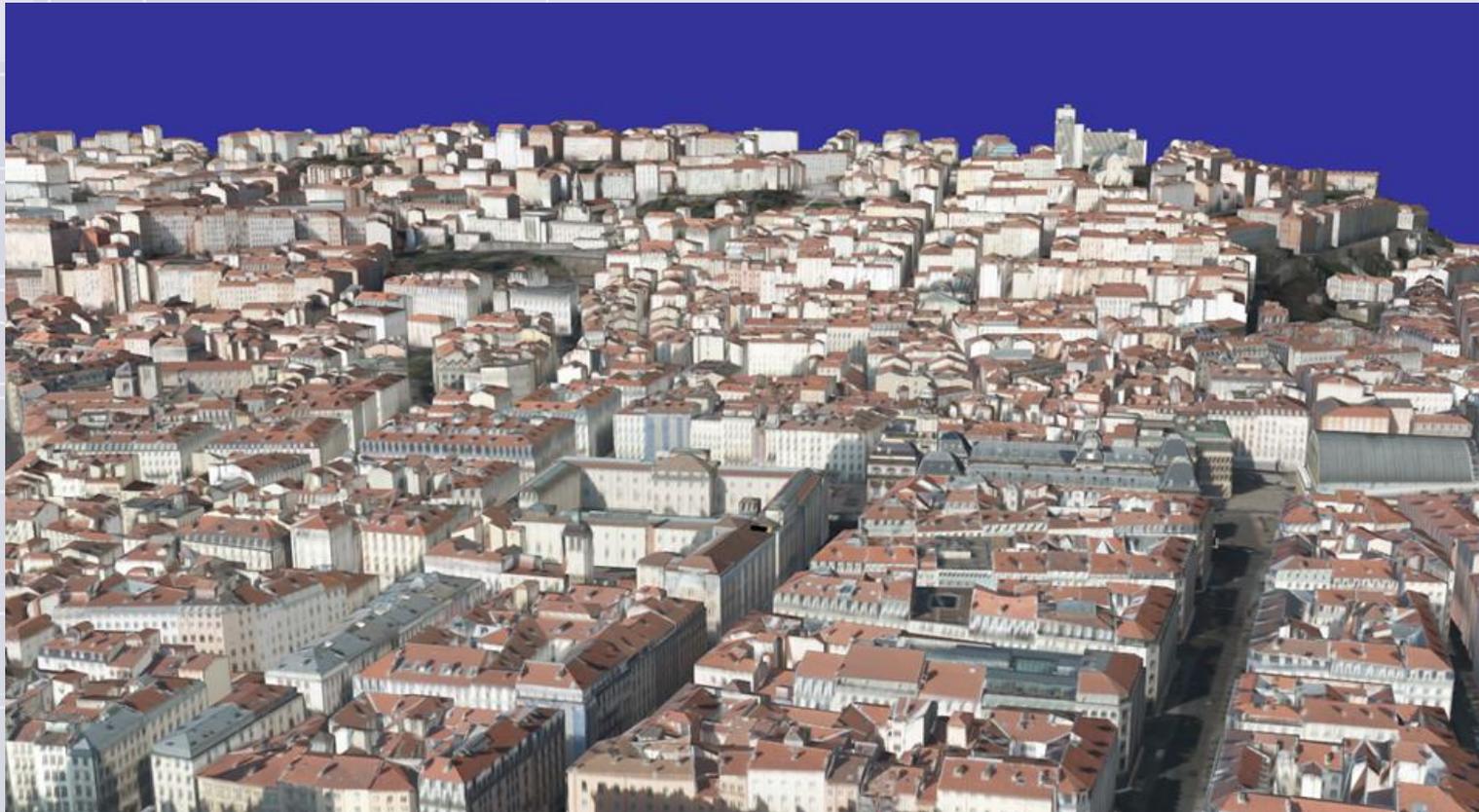
Le terrain est également découpé. Des tuiles de tailles différentes peuvent être générées.

File Edit Scene Tools Generate Options Test Help

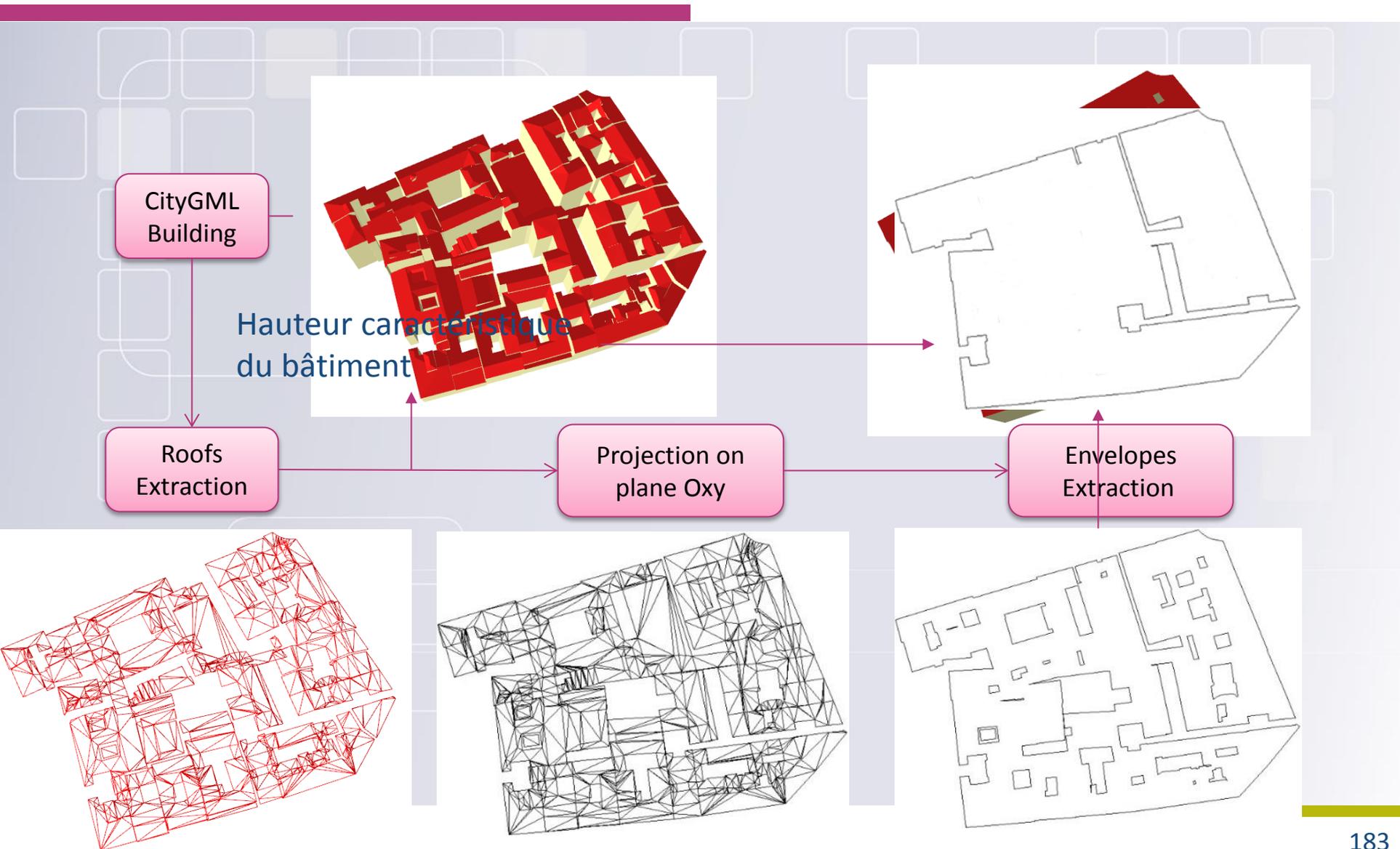


Gestion des LOD CityGML

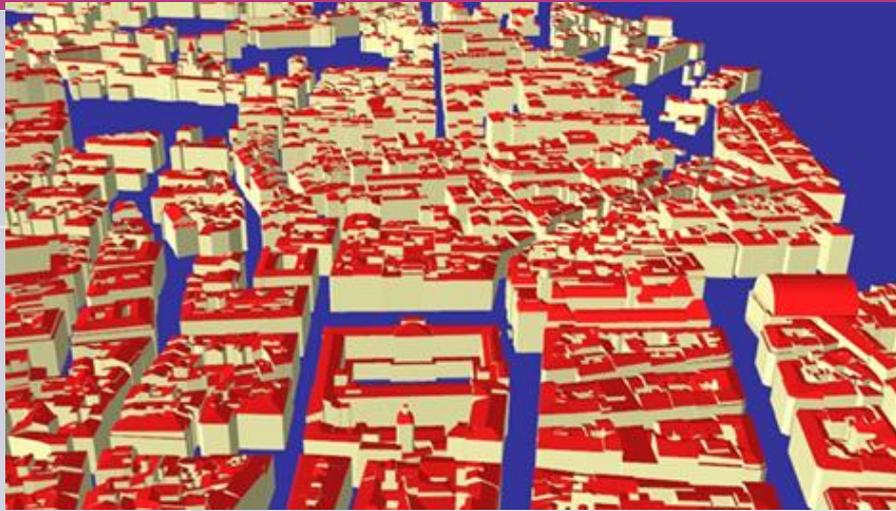
Fichier CityGML contenant des bâtiments en LOD₂



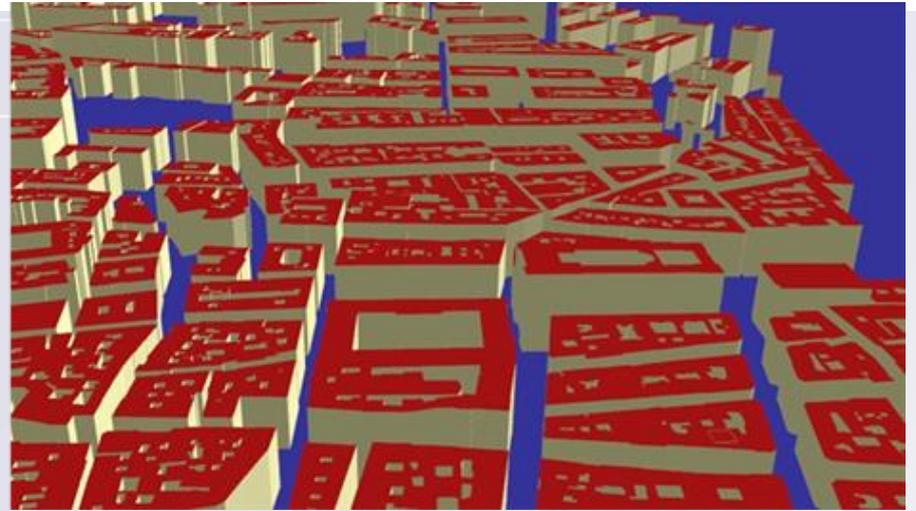
Générer LOD₁ à partir du LOD₂



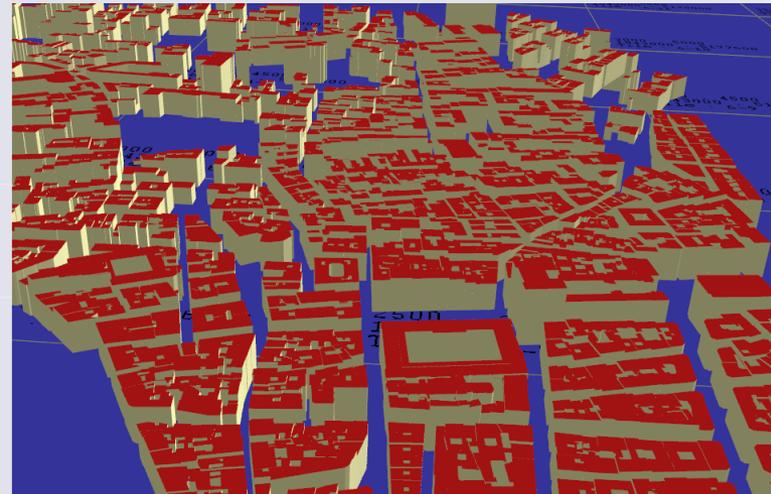
Génération de LOD₁ sur la ville de Lyon



LOD₂



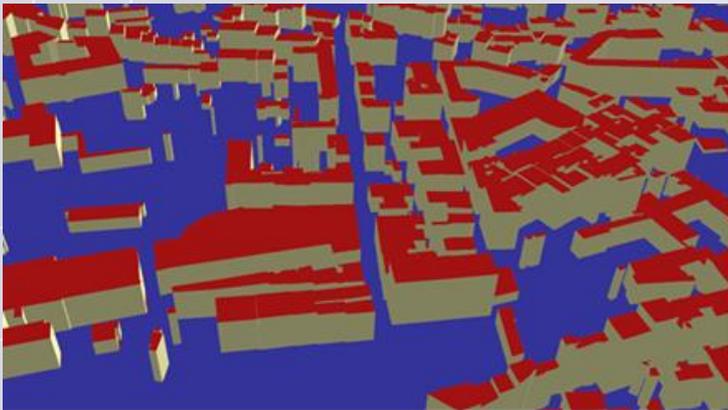
LOD₁



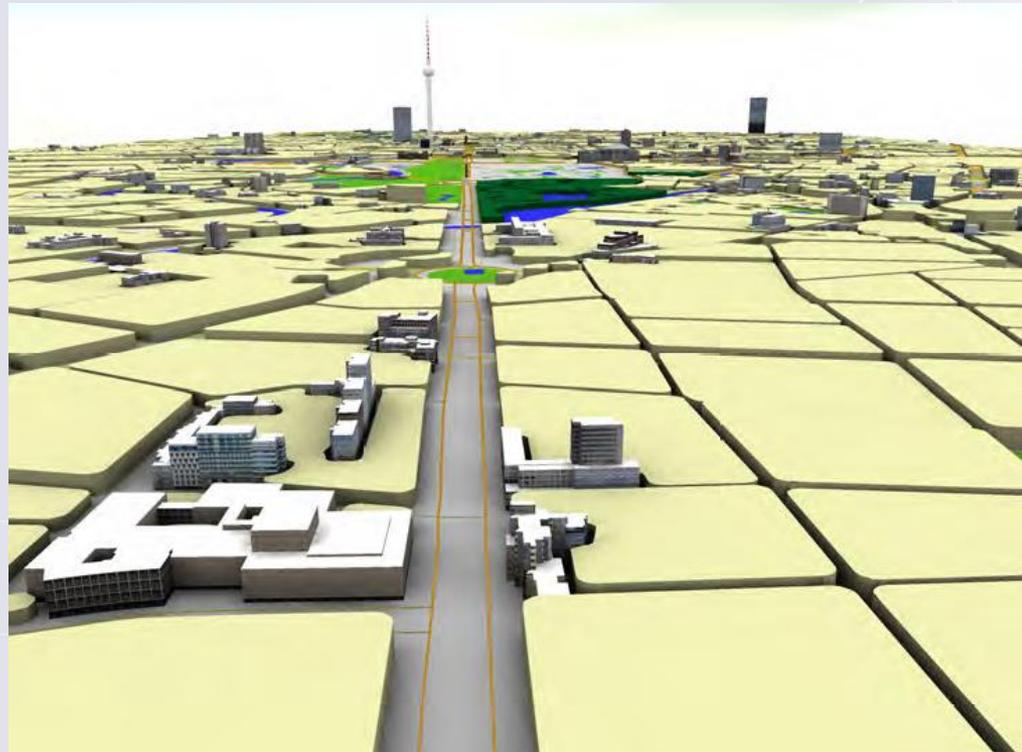
Présentation des LOA

Level Of Abstraction : faire ressortir certaines informations pertinentes et simplifier les autres.

Image extraite de : «Abstract Representations for Interactive Visualization of Virtual 3D City Models» de T. Glander & J. Döllner dans Computers, Environment and Urban Systems 2009.



LOD1



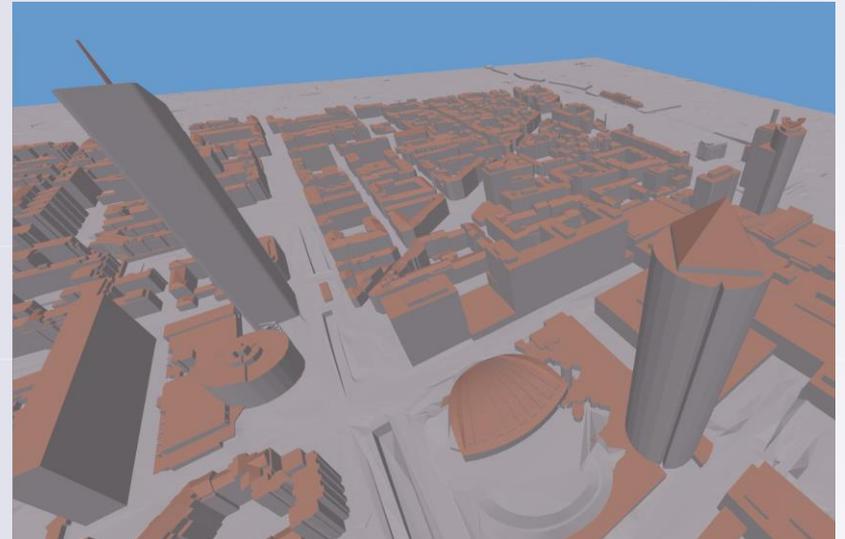
Introduction

- **Web technologies mature enough to allow 3D application on the web**
- **Sharing virtual city models**
 - Collaborative urban management
 - Simulation
 - Training
- **Use cases need both semantic and geometric information**
- **Importance of standards**

Introduction

■ Challenges:

- Manage gigabytes of data
- Aggregate data from multiple data stores
- Allow multiple representation of the data depending on the user's need



Related work

3D GIS data visualisation



Building

City

Globe

Scale

[1] Enodo

<http://www.enodo.fr/>

[2] Vizicities

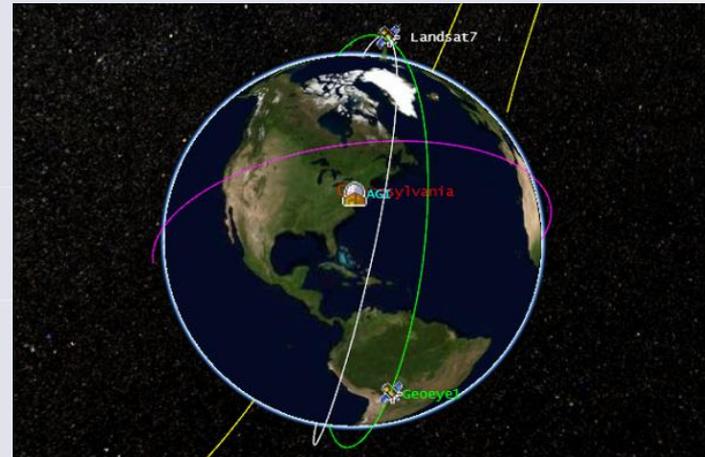
<http://vizicities.com/>

[3] Cesium

<http://cesiumjs.org/>



1



3

Related work

3D GIS data visualisation



[1] Enodo

<http://www.enodo.fr/>

[2] Vizicities

<http://vizicities.com/>

[3] Cesium

<http://cesiumjs.org/>

Building

City

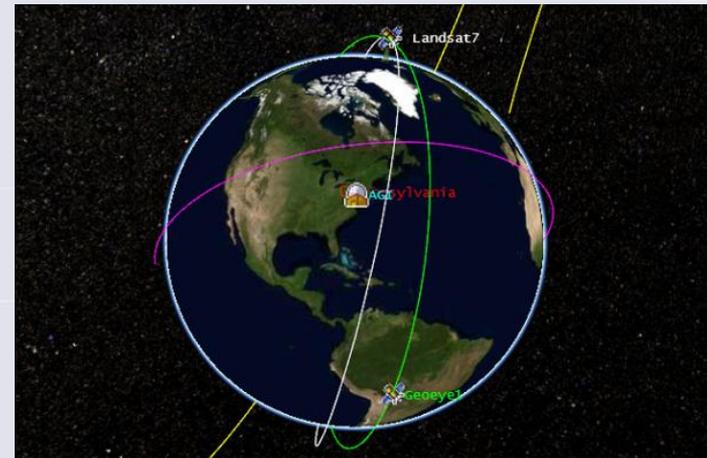
Our solution

Globe

Scale



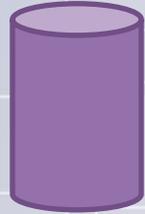
1



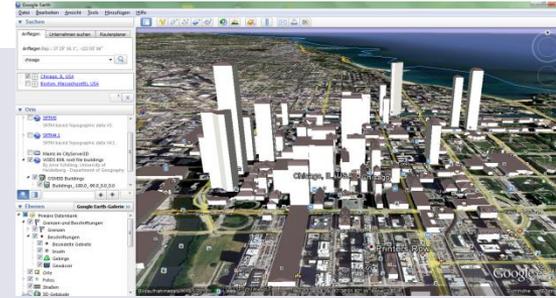
3

Visualisation et standards

INTÉGRATION

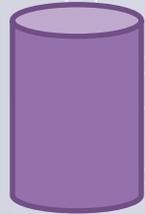


Intégration de gros volumes de données 3D



VISUALISATION

Intégration de scènes et vues 3D dans divers clients



Formats :
CityGML, autres

Services
Web
3D

Transformation CityGML
-> Formats de
visualisation



PUBLICATION

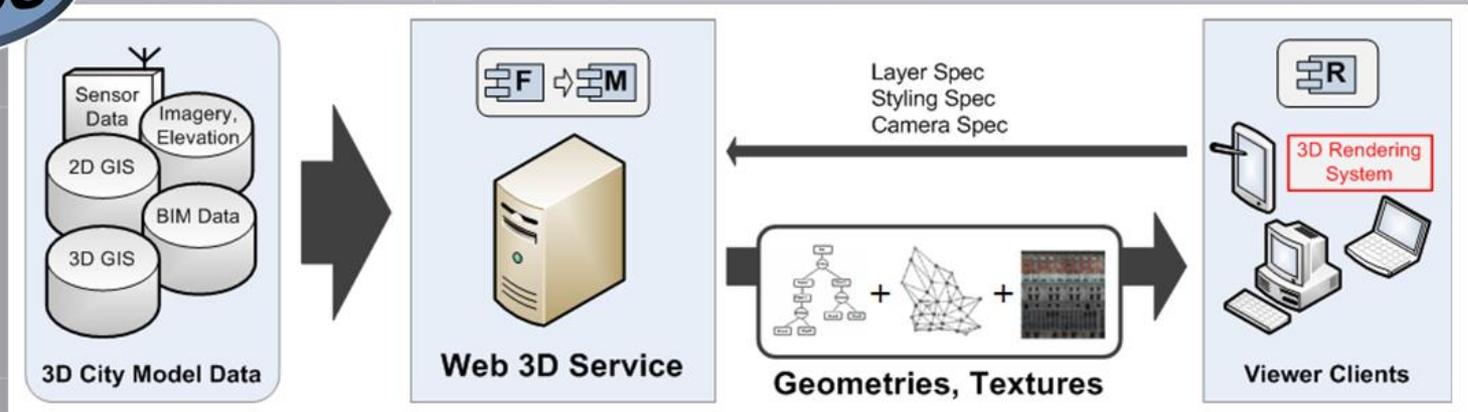
Configuration des
services 3D



W3DS et WVS (OGC)- 3D P SWG

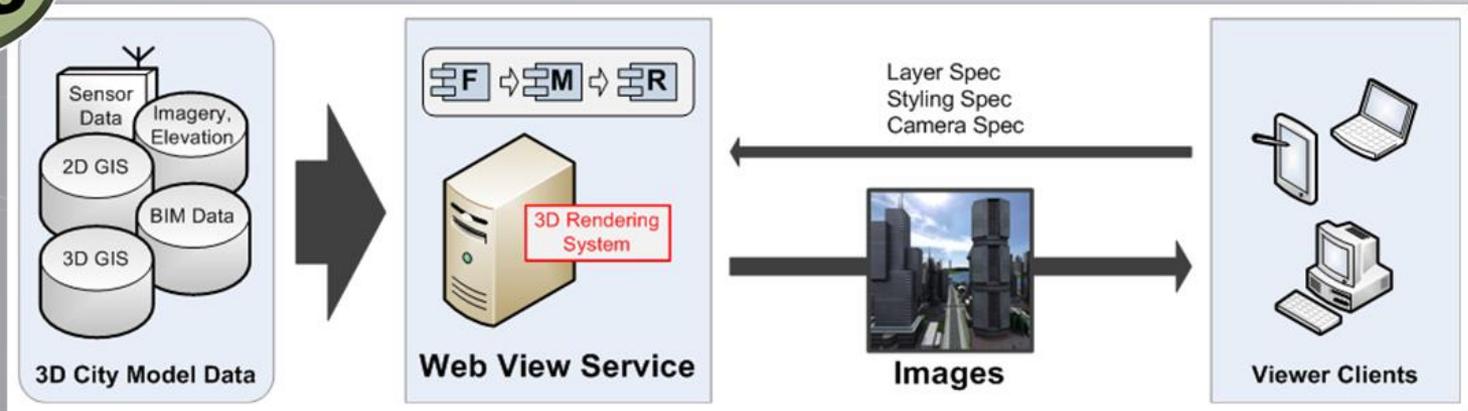
RENOIE DES SCÈNES 3D (OBJETS VECTEURS 3D) :
KML/COLLADA, X3D

W3DS



WVS

RENOIE DES SCENES 3D PROJETÉES (IMAGES)



Approches pour la visualisation

	2D	3D
<u>Declarative</u> Scene Graph Part of HTML Document DOM Integration CSS/Events		Declarative 3D for the Web Architecture Community Group  
<u>Imperative</u> Procedural API Drawing Context Flexible	<code><canvas></code>	

Frandhofer IGD

Notre approche

Rendu d'images
(WVS- Hasso Plattner Institute)



Alun Evans, Marco Romeo, Arash Bahrehmand, Javi Agenjo, Josep Blat « 3D graphics on the web : A survey », Computer & Graphics, 2014

HPI Mobile Interactive 3D-Client for Web-View-Services



www.hpi3d.de

3D rendering on the web

3D rendering on the web: declarative approach vs imperative approach

	2D	3D
<p><u>Declarative</u> Scene Graph Part of HTML Document DOM Integration CSS/Events</p>		<p>Declarative 3D for the Web Architecture Community Group</p> 
<p><u>Imperative</u> Procedural API Drawing Context Flexible</p>	<p><canvas></p>	

Our solution

Extracted from Evans, A., Romeo, M., Bahrehmand, A., Agenjo, J., and Blat, J. 2014. **3D graphics on the web: A survey**. *Computers & Graphics*

Liris- our contribution

1.Fluid visualisation

2.Standard-based solution

- Access to multiple sources of open data

3.Access to semantic information

4.Data loading prioritisation

5.Progressive textures



Overview

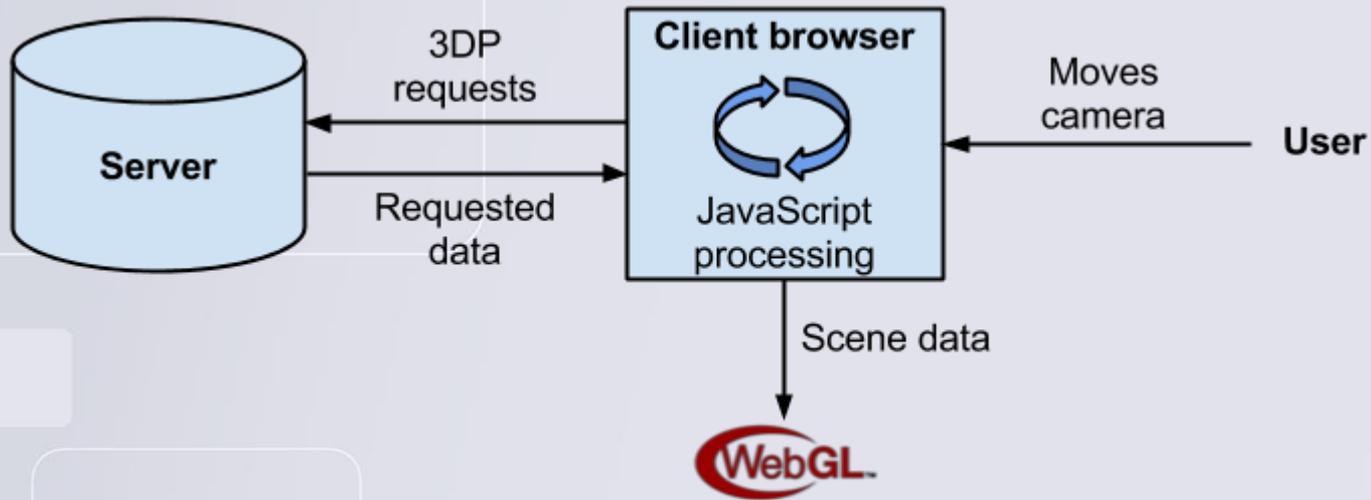
Urban data viewer framework

- a. General architecture
- b. Data preparation
- c. Client architecture
- d. Scheduler
- e. Additional data

Urban data viewer framework

General architecture

Our framework's architecture

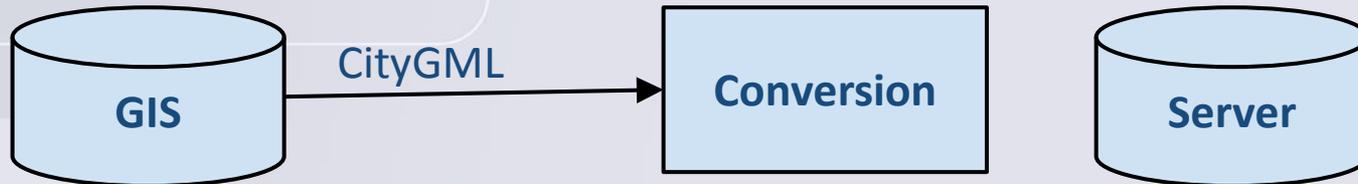


Implementation of the 3D Portrayal pending standard

3DP standard working group: <http://www.opengeospatial.org/projects/groups/3dpswg>

Data preparation

CityGML is not an efficient format for city visualisation



Data preparation

CityGML is not an efficient format for city visualisation



■ JSON

■ compact

■ easy to parse in JavaScript

Data preparation

CityGML is not an efficient format for city visualisation



■ **JSON:**

■ compact

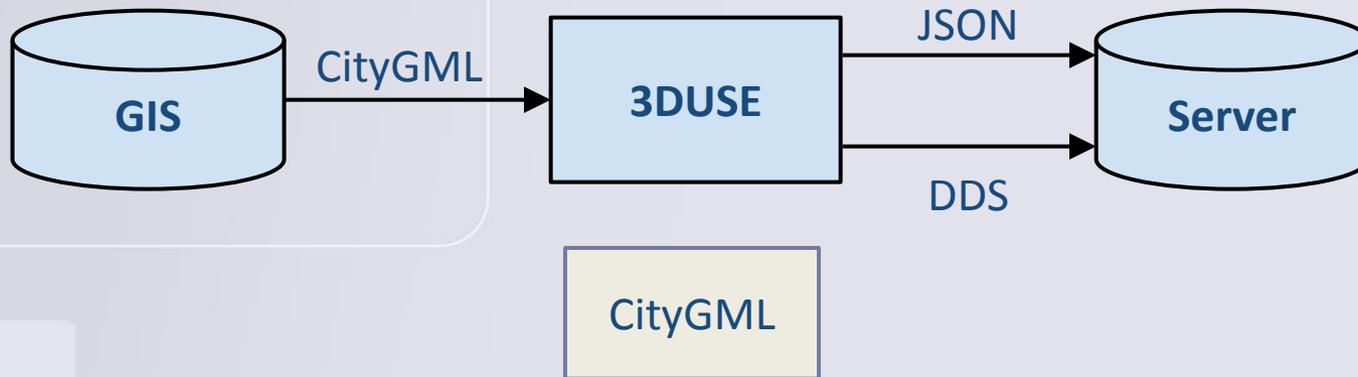
■ easy to parse in JavaScript

■ **DDS: texture format natively read by the GPU**

■ Progressive textures with mipmaps

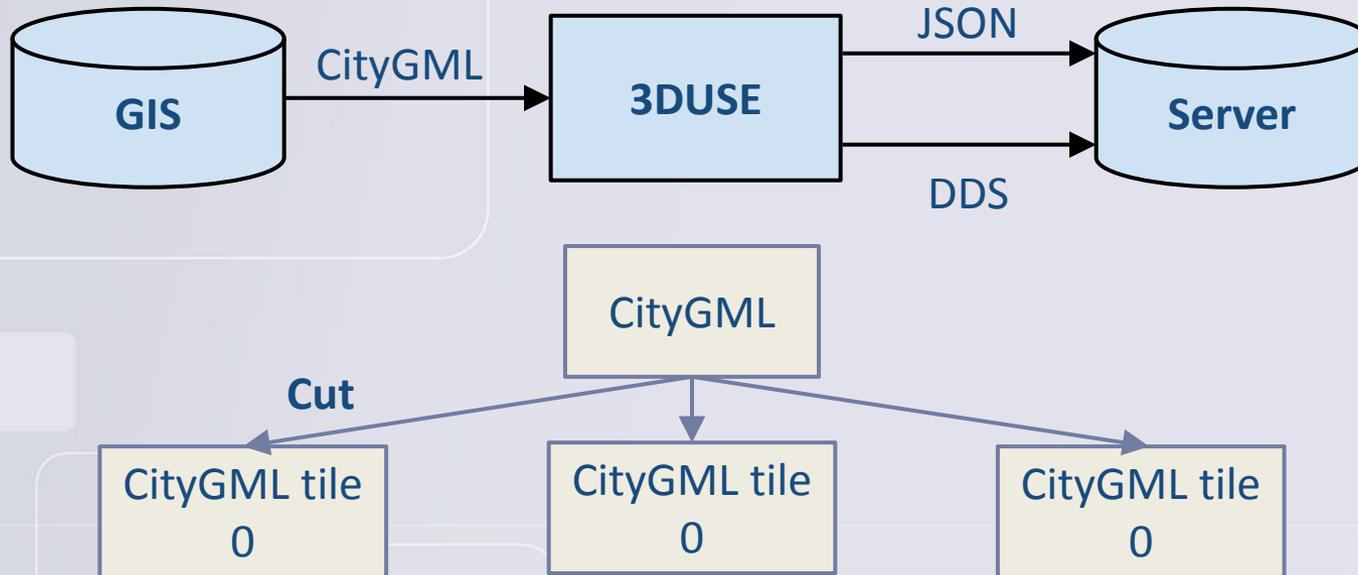
Data preparation

3DUSE: LIRIS' software to read and process CityGML



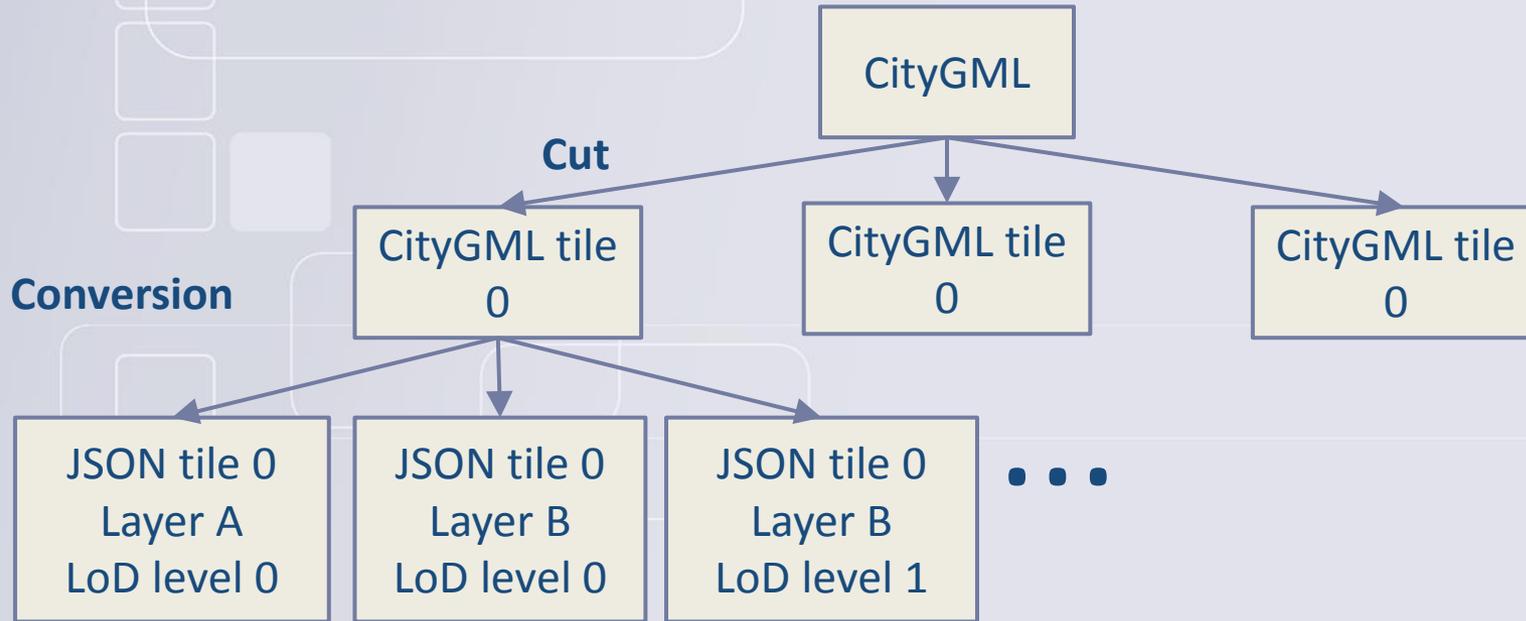
Data preparation

3DUSE: LIRIS' software to read and process CityGML



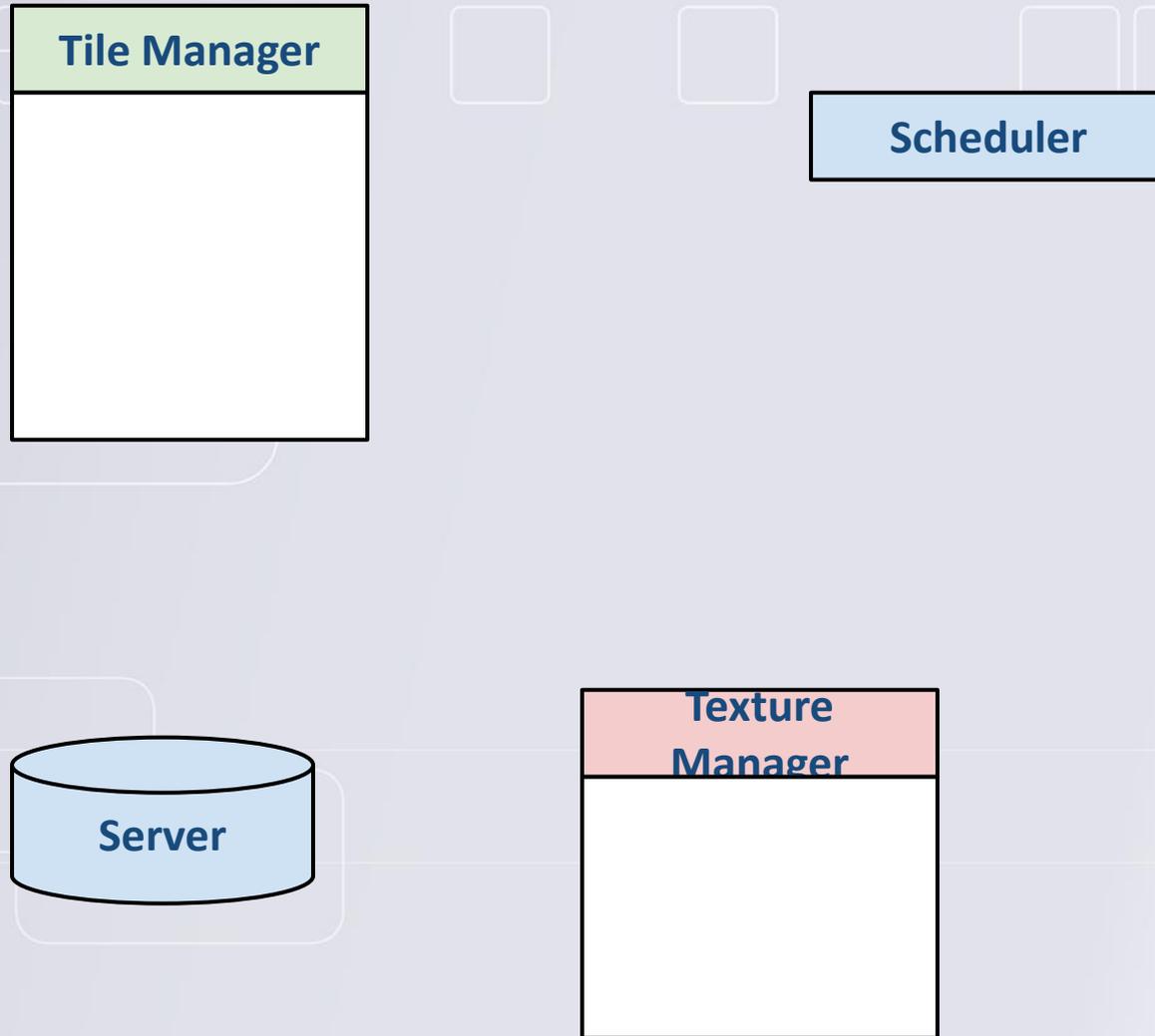
Data preparation

3DUSE: LIRIS' software to read and process CityGML



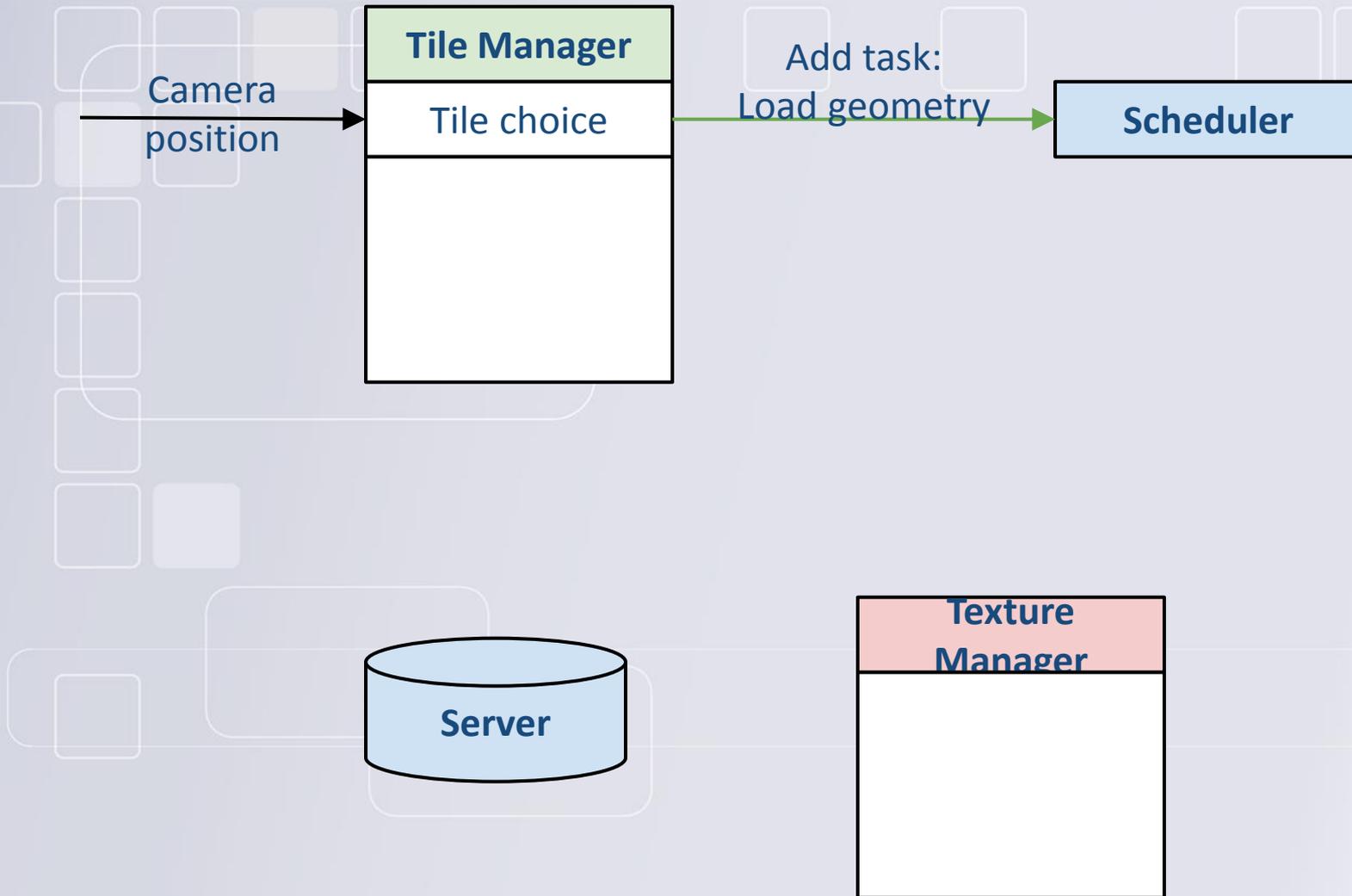
Urban data viewer framework

Detailed client architecture



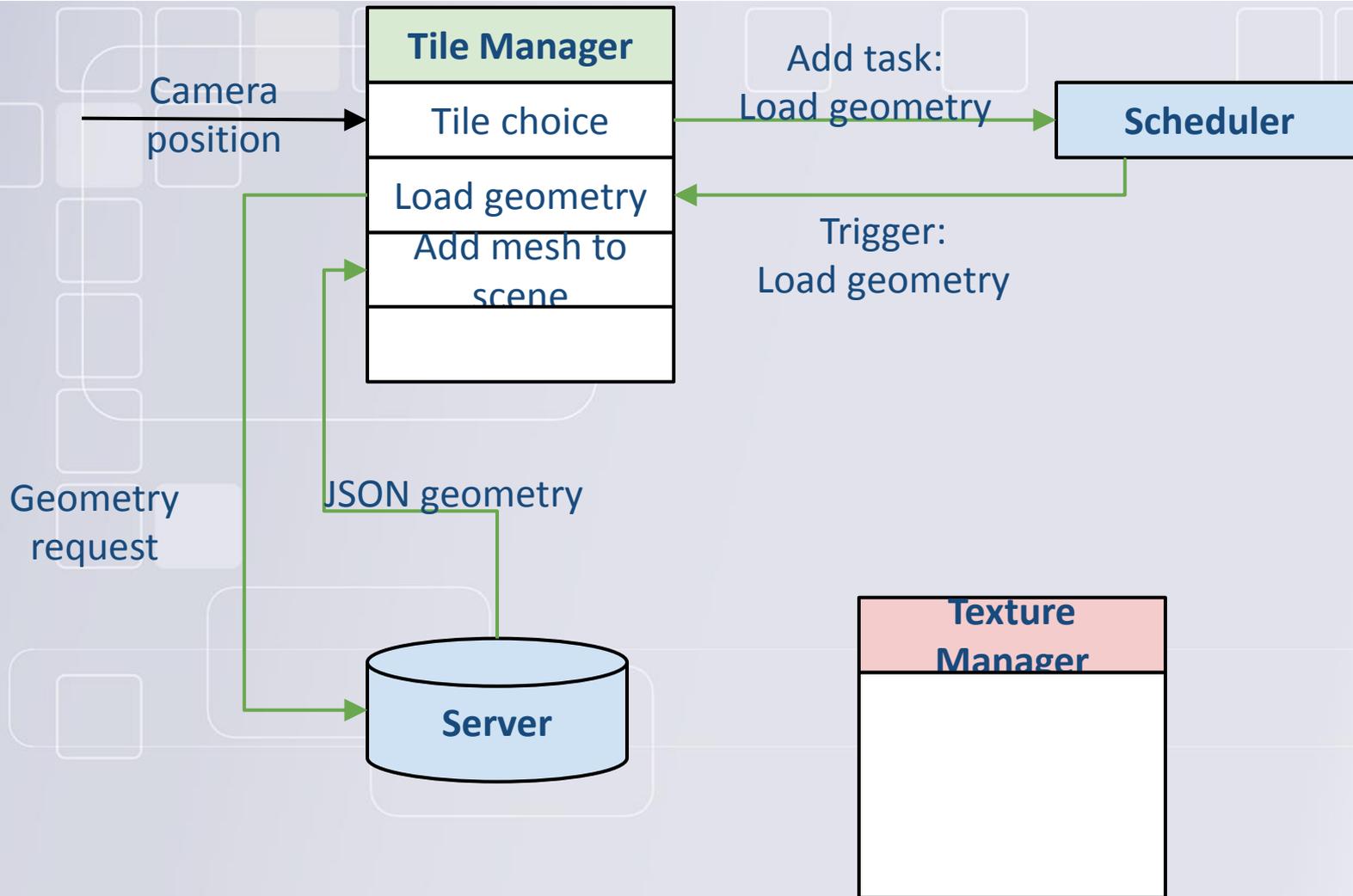
Urban data viewer framework

Detailed client architecture



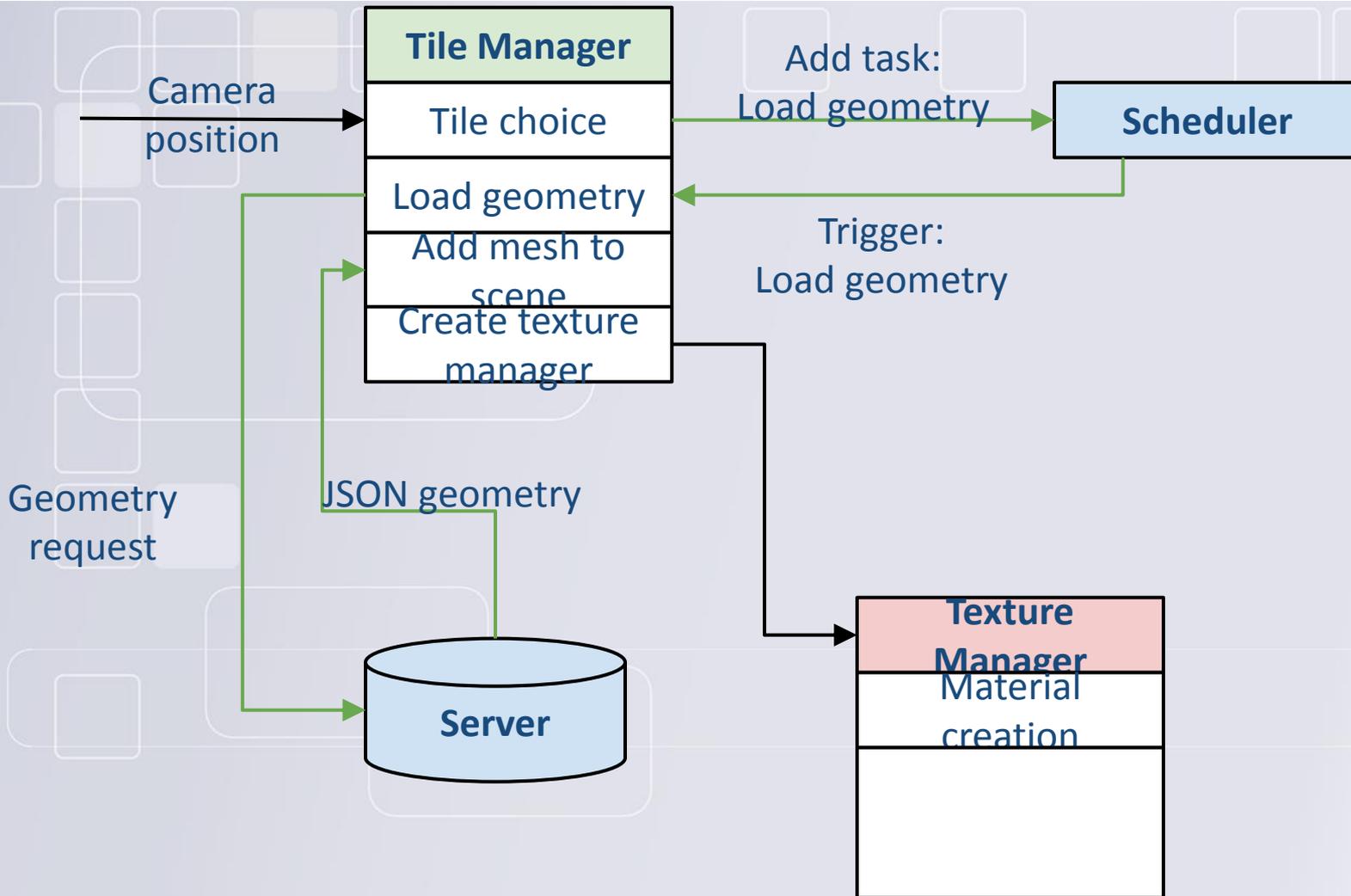
Urban data viewer framework

Detailed client architecture



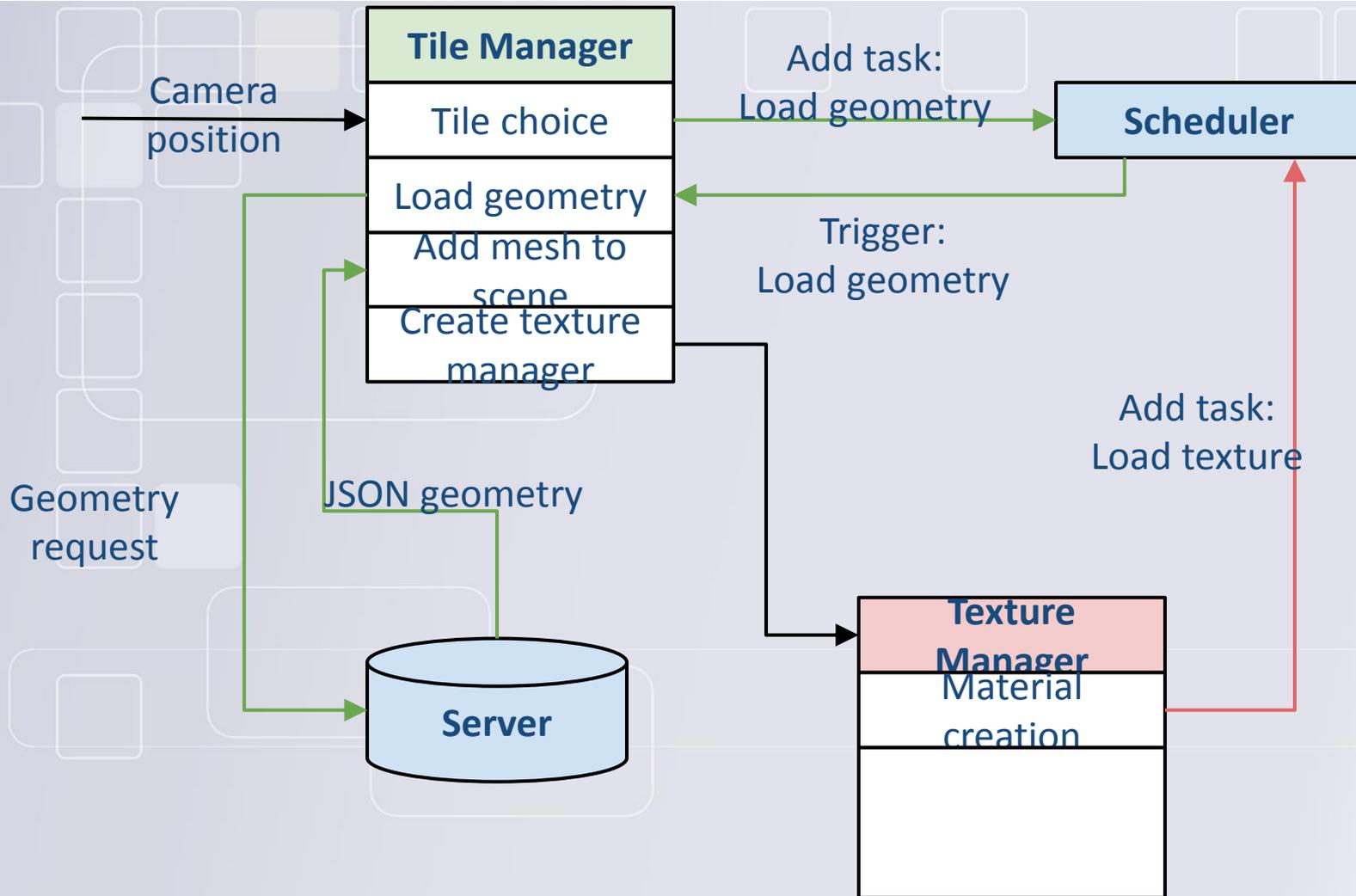
Urban data viewer framework

Detailed client architecture



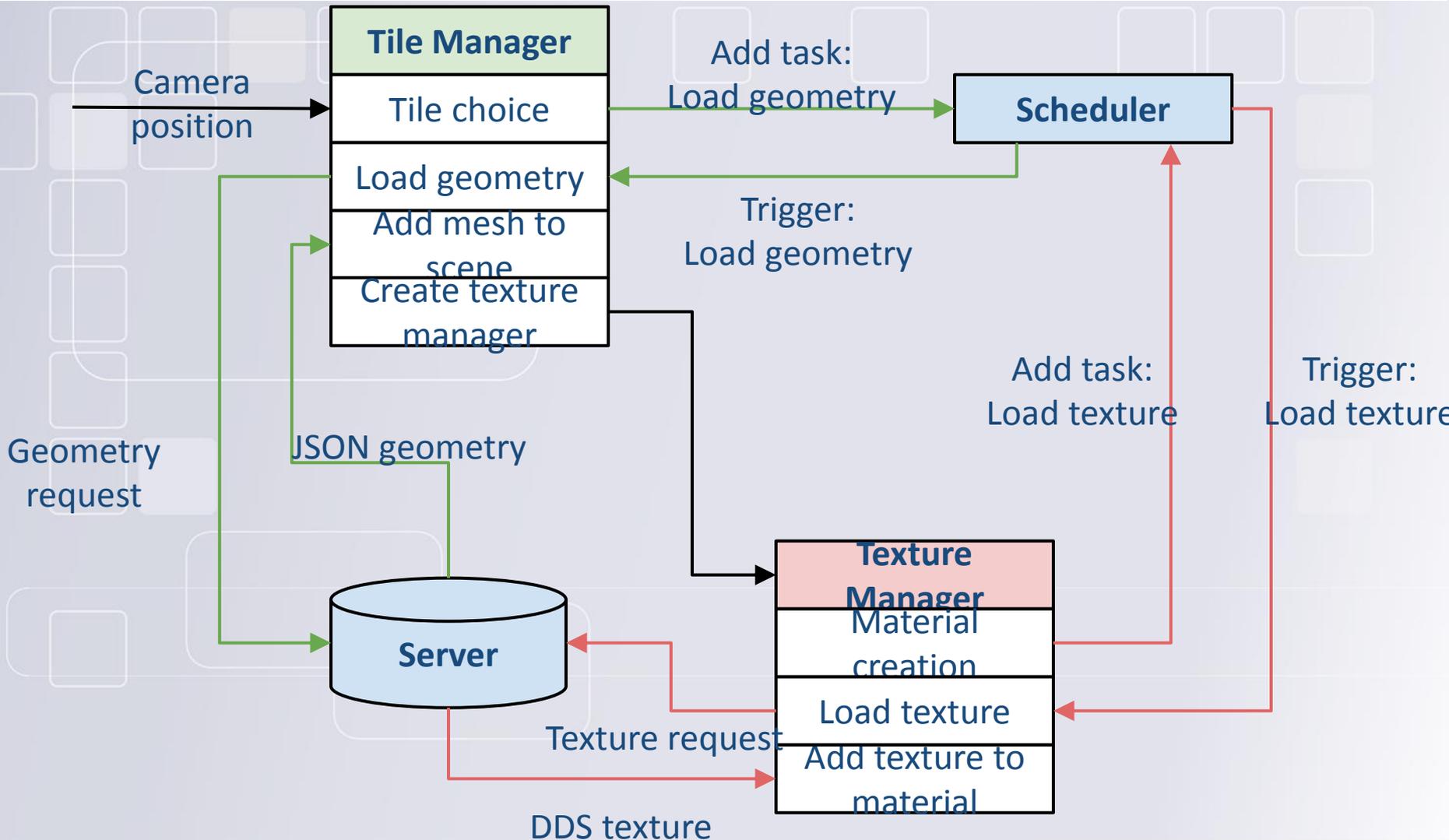
Urban data viewer framework

Detailed client architecture



Urban data viewer framework

Detailed client architecture



Urban data viewer framework

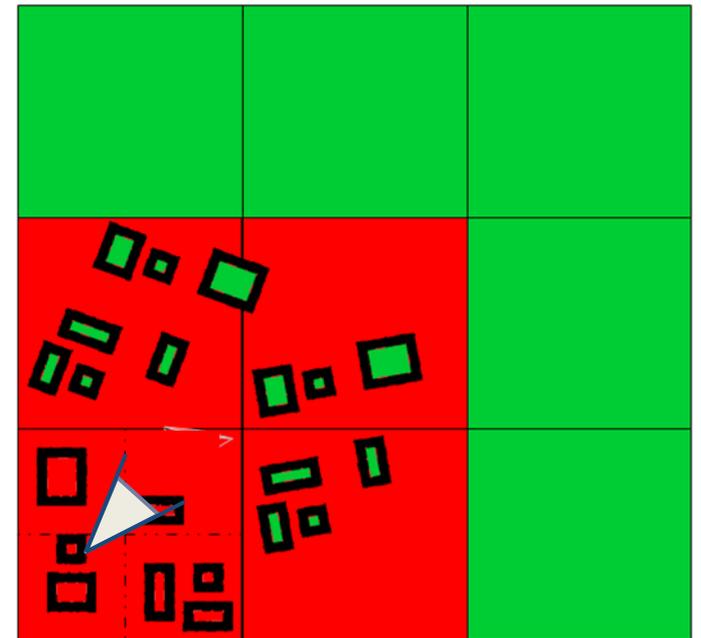
Scheduler

Three priority types:

- Top priority: data unloading
- High priority: depends on strategy
- Low priority: depends on strategy

Strategy decision according to:

- Task nature
- Layer type
- Distance to tile
- etc.

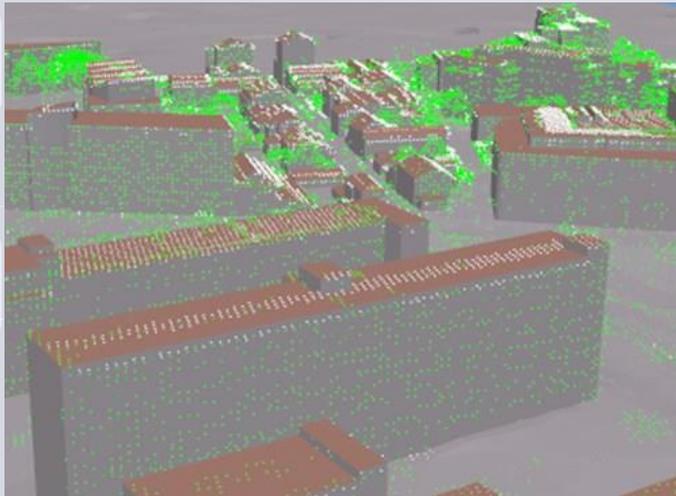


Legend

- Tile field loaded with high priority
- Tile field loaded with low priority
- Buildings loaded with high priority
- Buildings loaded with low priority

Additional data

- WFS streams with openlayers
- Point cloud (LiDAR)



Visualisation- Approche standardisée : 3D Portrayal

The slide features a light grey background with a pattern of white squares and lines. At the top left is the LIRIS logo. To its right is the IMU logo (Université de Lyon). Further right is the text 'UMR 5205 CNRS'. A central white banner contains the title 'Urban Data Visualisation (UDV)'. Below this banner is a pink square followed by the text 'Laboratoire d'InfoRmatique en Image et Systèmes d'information'. At the bottom, a row of logos includes CNRS, INSA, UjB Lyon 1, Université Lumière Lyon 2, and École Centrale Lyon.



J. Gaillard, A. Vienne, R. Baume, F. Pedrinis, A. Peytavie et G. Gesquière, « **Urban Data Visualisation in a web browser** », **Web 3D conference 2015**

Conclusion

- **3D et SIG par l'exemple**
- **Éléments de réponses aux questions**
 - Quels enjeux ?
 - Quels modèles ?
 - Quels standards ?
 - Quels formats ?
 - Quelles données disponibles ?
 - Quels logiciels ?
 - Quels traitements ?
- **La 3D est omniprésente actuellement, mais son utilité ne se borne plus à une simple visualisation 3D de la ville...**

Conclusion

- **Ces données permettent de mieux comprendre la ville et en particulier ses changements**
 - « Mesure de la ville »
 - Monitoring
 - Measure the view composition
 - Gestion des versions de la ville et de sa temporalité
 - Comprendre les changements
 - Ce qui a été modifié
 - Ce qui a induit cette modification
 - Approche multi-disciplinaire
 - Science des données et d'autres domaines (SHS)

Multidisciplinary approach for cities

■ These works has been done in several projects

■ Anr Skyline

- M. Appert,
- Post-doctoral position: F. Jacquinod (Geography)
- <http://recherche.univ-lyon2.fr/skyline/wordpress/?p=82>

■ Alaric Project

- G. Gay, urban planning, History
- C. Périnaud (Phd Thesis, geography)
- Alaric.liris.cnrs.fr

■ Projet 3D.Vo

- A.S. Cléménçon, historian
- H. Mathian, Data scientist for geography

■ Vcity

- G. Gesquière, Professor
- Master Thesis: C. Chagnaud, V. Jaillot
- PhD Thesis F. Pedrinis
- Post-doctoral positions : J. Samuel
- Engineer : J. Edert, M. Tola, E. Boix
- Infography : C. Dutel

■ Many thanks to all the contributors

■ More informations in <http://liris.cnrs.fr/vcity/wiki/doku.php>

Les données de la ville c'est aussi ...

■ Open Digital Lab



Les données de la ville c'est aussi ...

