

## Outils de développements 3D (stockage, traitement et visualisation)

Laboratoire d'InfoRmatique en Image et Systèmes d'information

06 /01/2020

Gilles Gesquière, Eric Boix, Vincent Jaillot

[gilles.gesquiere@univ-lyon2.fr](mailto:gilles.gesquiere@univ-lyon2.fr), [Eric.boix@insa-lyon.fr](mailto:Eric.boix@insa-lyon.fr), [Vincent.jailot@liris.cnrs.fr](mailto:Vincent.jailot@liris.cnrs.fr)



UNIVERSITÉ  
LUMIÈRE  
LYON 2



# Plateforme UD-SV

- **Projet Vcity commencé en 2013**
- plus de 300 ho.mois
- Le projet : <https://projet.liris.cnrs.fr/vcity>
- La plateforme : <https://github.com/VCityTeam/UD-SV>

## General information

- Virtual City Project
- Our team
- Contact

## Available positions

- Available Positions

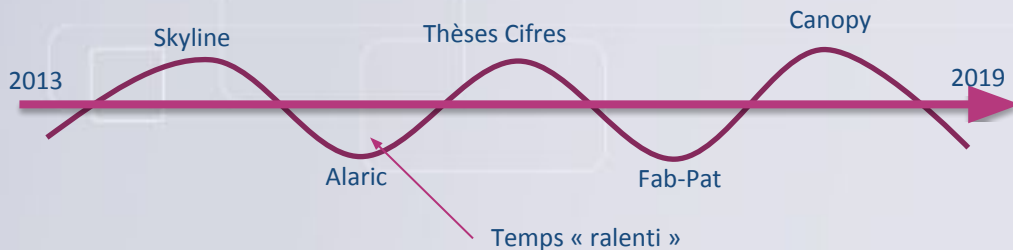
## Our research

- Versioning of city models
  - Create temporal 3D city models
  - Managing versions of 3D city models
- Measuring the city
  - Urban visibility
  - Sunlight and Shadow impact computation
  - Change detection of buildings
- Enhancing 3D city models
  - Link 3D buildings and cadastre
  - Create 3D vegetation
  - Create temporal 3D model of flooding
- Documents and 3D city models
  - Managing Documents in a 3D city scene

## Virtual City Project



Progress in the field of large-scale data acquisition as well as cost reductions have allowed many cities to have their "digital double". This is the case of the city of Lyon (France), which has at its disposal more than 540 Km<sup>2</sup> of data. 3D models are used by decision-maker in many fields ranging for example from urban planning to the simulation of physical phenomena



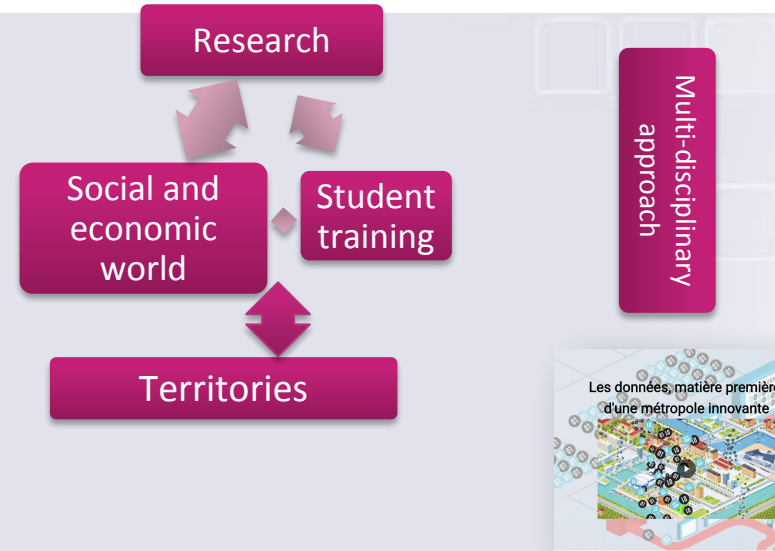
Cible : **Plateforme Vcity** : "Traitement et visualisation des données de la ville"

- Capitalisation scientifique et technique
- Reproductibilité, généricité

# « Living City »

## • Challenge

- « Living City »
  - La **ville évolue**; pouvoir conserver, envisager / projeter, comprendre les territoires afin de « mieux vivre la ville »
- Mobiliser la ville en **interrogeant son « jumeau numérique »**
- **Ville complexe** : besoin de comprendre la ville avec une approche en pluralité radicale
  - Interaction avec des experts du territoire
  - Interaction entre disciplines



Data : <http://data.grandlyon.com/>  
Exemple Lyon, + de 1400 km<sup>2</sup> , +  
de 1000 datasets hétérogènes

# Les verrous

- **Verrous scientifiques**

- Disposer de modèles 3D enrichis (sémantiquement, géométriquement et avec une dimension temporelle)
- Intégrer la description de la ville (multimédia) à ces modèles afin de la documenter
- Partager / traiter et visualiser les données pour collaborer autour de ces modèles

- **Verrous technologiques**

- Proposer des architectures web pérennes avec des temps de réponse acceptables
- Mobiliser des standards et contribuer à leur évolution
- Savoir inscrire le travail effectué dans le temps

# Les défis

- **Les défis**
  - Mobiliser des données urbaines hétérogènes : 3D, données spatio-temporelles et sémantiques, de grandes masses de données de qualité variée,
  - Créer de la connaissance scientifique tout en la capitalisant dans une plateforme technique pérenne apportant capitalisation, reproductibilité et généricité
- **Dans cet exposé, focus sur**
  - Approche méthodologique retenue
  - Composants développés
  - Éléments de démonstration

# Approche méthodologique retenue

- Economie générale du projet de recherche Vcity

- Phase 1

- De la veille à l'idée ...
- ...Prototyper / résultats ...
- ... à l'écriture de l'article

- Phase 2

- Robustification du code et mise à disposition sur la plateforme (en fonction de la PI)
- Mise en exemple avec éléments de répliquabilité
- Mise en place d'une démonstration sur l'espace vitrine

Au niveau technique needs, Design Note (partie privée) :  
<https://github.com/VCityTeam/VCity/wiki/Needs>

Mise sous HAL + Site projet

Documentation sur la partie publique : <https://github.com/VCityTeam/UD-SV>

Code dans la partie projet (par composant) :

- <https://github.com/VCityTeam/UD-Viz>
- <https://github.com/VCityTeam/py3dtilles>

Documents d'installation + accès aux jeux de données utilisés : <https://github.com/VCityTeam/UD-Reproducibility/>

Espace démonstration : <http://rict2.liris.cnrs.fr/>

Inter Deposit Digital Number  
Certificat délivré par  
**Agence pour la Protection des Programmes**  
54 rue de Paradis - 75010 PARIS - FRANCE / T. +33(0)1 40 35 03 03 / F. +33(0)1 40 38 96 43

IDDN.FR.001.200009.000.S.P.2018.000.10000  
(1) (2) (3) (4) (5) (6) (7) (8) (9) (10)

Pour l'oeuvre : L1924 / 3D-USE en date du 04 mai 2018

Identité des titulaires de droits\* :  
LICIL - UNIVERSITE CLAUDE  
BERNARD LYON 1  
43 Boulevard du 11 novembre 1918  
69622 VILLEURBANNE CEDEX  
FRANCE  
Siren : 196917744

ÉCOLE CENTRALE DE LYON  
38 avenue Guy de Collongue  
69134 ECULLY CEDEX  
FRANCE  
Siren : 196901870

CNRS - CENTRE NATIONAL DE LA  
RECHERCHE SCIENTIFIQUE  
3 rue Michel-Ange  
75794 PARIS CEDEX 16  
FRANCE  
Siren : 180089013

UNIVERSITÉ LUMIÈRE LYON 2  
86 rue Pasteur  
69007 LYON  
FRANCE  
Siren : 196917751

Adhérent sous le numéro : 08.89.8729  
Support utilisé : 1 CD en double exemplaire

Logibox conservée par l'adhérent : 119826  
Logibox conservée par l'APP : 119827

Fait à Paris, le 11/05/2018

AGENCE POUR LA PROTECTION DES PROGRAMMES

\* La double-étiquette à coller sur l'APP de tous supports ne doit être apposée qu'en parallèle de son droit de propriété intellectuelle.

Seules les inscriptions de type S et C permettent un éventuel accès au programme source.

APFASSO.FR

(1) Inter Deposit Digital Number (2) Numéro de l'œuvre (3) Numéro de l'organisation d'enregistrement (4) Numéro d'ordre de l'œuvre (5) Numéro de version (6) Type de l'œuvre (7) Type de l'œuvre (8) Année d'enregistrement (9) Type d'enregistrement (10) Année d'enregistrement



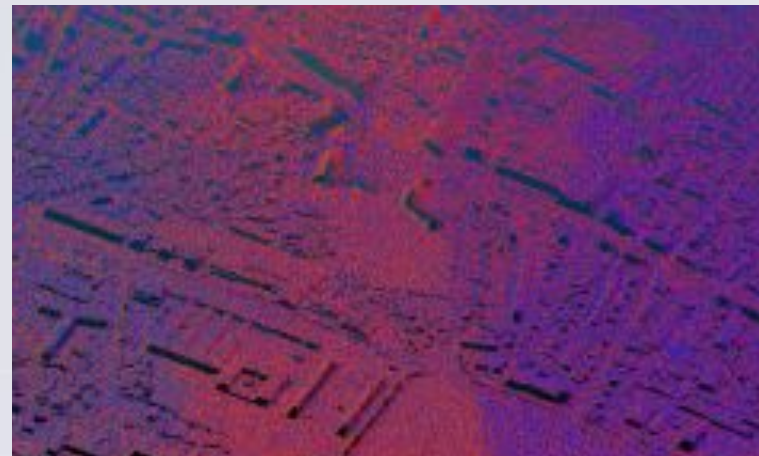
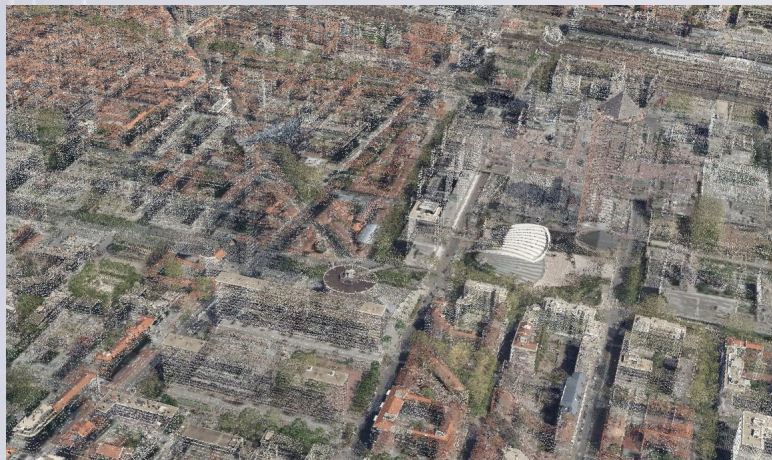
Webinar 3D- Outils de développements 3D (stockage, traitement et visualisation)

## Les données mobilisées



# Les données mobilisées

- LIDAR, Scan 3D



**GRANDLYON**  
communauté urbaine

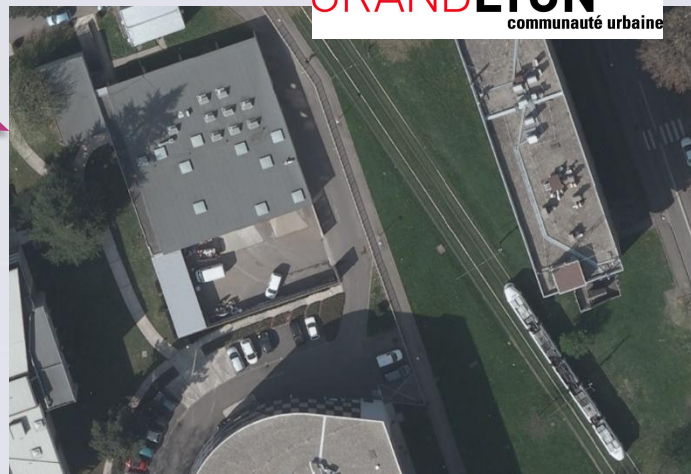


# Les données mobilisées

- Images aériennes / orthophotos

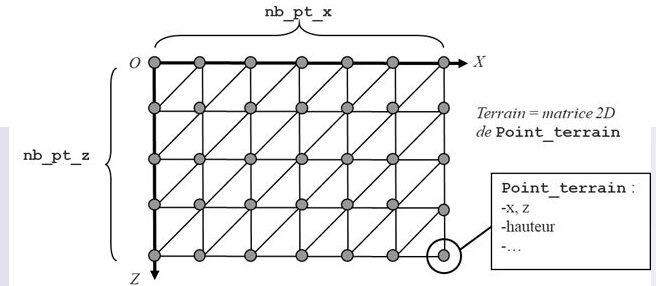


**GRAND LYON**  
communauté urbaine



# Les données mobilisées

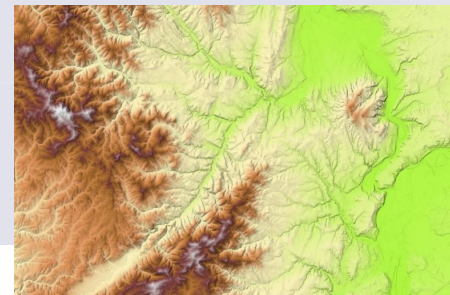
- **Modèle numérique de terrain**
  - Grilles régulières
  - TIN



.asc

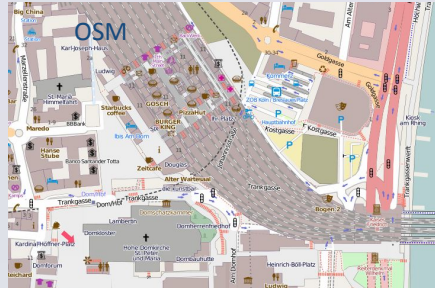
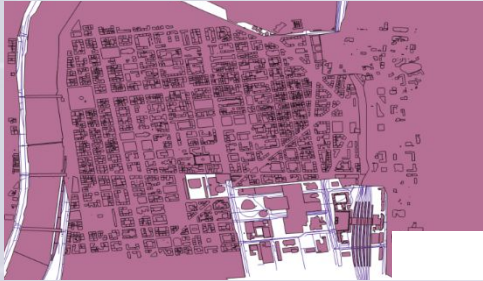
```
ncols      2961
nrows      3881
xllcorner  794987.50
yllcorner  6483987.50
cellsize   25.00
NODATA_value -9999
360 362 364 366 367 368 367 366 365 364 364 365 366 367 370 374
430 431 431 430 429 426 423 420 419 419 419 418 416 414 412 411
458 458 459 460 460 460 461 462 463 465 466 467 468 469 470 471
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 mobilisées

- **Données vectorielles (IGN, OSM, Open data, ...)**

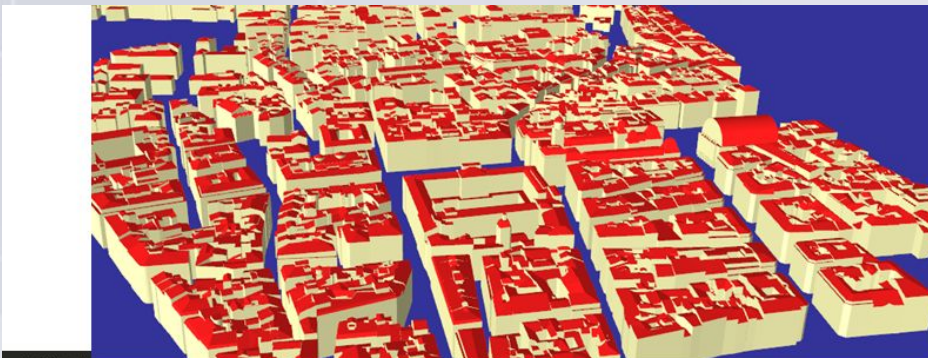


- **Corpus documentaires (pas forcément géoréférencé et temporalisé)**
  - Plans d'urbanisations, prises de vues, écrits



# Les données mobilisées

- Fichiers CityGML



```
<cityobjectmember>
  <bdg:building gml:id="LV0H_1ER_00160">
    <gen:doubleAttribute name="Volume">
      <gen:value>79789.804</gen:value>
    </gen:doubleAttribute>
    <bdg:boundedBy>
      <bdg:roofSurface gml:id="UUID_83ad57cd-6c25-46a8-a610-9dd6d557b328">
        <gen:doubleAttribute name="Area">
          <gen:value>2688.059</gen:value>
        </gen:doubleAttribute>
        <bdg:ind2MultiSurface>
          <gml:MultiSurface srdimension="3">
            <gml:surfaceMember>
              <gml:Polygon gml:id="UUID_54c43ff5-0472-4e4b-8557-13a8a57d5641">
                <gml:exterior>
                  <gml:LinearRing gml:id="UUID_ab398482-5463-4edd-91b0-c75b97be0079">
                    <gml:posList>1842642.043164 5176218.002669 238.269241 1842632.368478 5176223.385724 241.133475 1842633.199695 5176216.864578 241.076579 1842642.043164 5176218.002669 238.269241 </gml:posList>
                  </gml:LinearRing>
                </gml:exterior>
              </gml:Polygon>
            </gml:surfaceMember>
            <gml:surfaceMember>
              <gml:Polygon gml:id="UUID_6d67beb7-ce7e-4177-a606-7641db96ca89">
                <gml:exterior>
                  <gml:LinearRing gml:id="UUID_59242b08-1aa8-4191-a1b4-3d13f77396f8">
                    <gml:posList>1842642.043164 5176218.002669 238.269241 1842631.341378 5176231.304647 241.202567 1842631.366969 5176231.105795 241.200832 1842642.043164 5176218.002669 238.269241 </gml:posList>
                  </gml:LinearRing>
                </gml:exterior>
              </gml:Polygon>
            </gml:surfaceMember>
          </gml:MultiSurface>
        </bdg:ind2MultiSurface>
      </bdg:roofSurface>
    </bdg:boundedBy>
  </bdg:building>
</cityobjectmember>
```

Des données disponibles :  
<http://www.coors-online.de/standards/3d-por-travail-service/3dps-test-data-sets/>

# Les données mobilisées

- **gITF et 3DTiles**

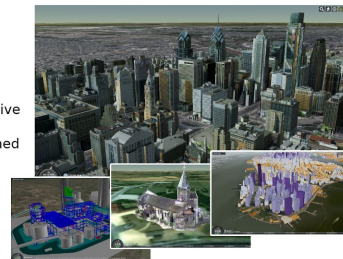
- <https://www.ogc.org/standards/3DTiles>
- <https://github.com/CesiumGS/3d-tiles>



3D Tiles is an open specification for sharing, visualizing, fusing, interacting with, and analyzing massive heterogeneous 3D geospatial content across desktop, web, and mobile applications. 3D Tiles is built on gITF, an open standard for efficient streaming and rendering of 3D models and scenes.

3D geospatial content, including photogrammetry/massive models, BIM/CAD, 3D buildings, instanced features, and point clouds, can be converted into 3D Tiles and combined into a single dataset for seamless performance and real-time analytics including measurements, visibility analysis, styling and filtering.

The foundation of 3D Tiles is a spatial data structure that enables Hierarchical Level of Detail (HLOD) so only visible tiles are streamed and rendered, improving overall performance.



This overview summarizes the main concepts that are supported by the 3D Tiles specification:

• The general concepts of tilesets and tiles, and how they make it possible to organize massive datasets into elements that can be streamed efficiently	1. At a Glance: An Example Tileset 2. Tilesets and Tiles
• How 3D Tiles implements hierarchical spatial data structures that are used for efficient rendering and interaction.	3. Bounding Volumes 4. Spatial Data Structures
• The concept of a Hierarchical Level of Detail (HLOD), which makes it possible to balance rendering performance and visual quality at any scale.	5. Geometric Error 6. Refinement Strategies
• How the concepts behind 3D Tiles can be implemented for efficient rendering and interaction	7. Optimized Rendering with 3D Tiles 8. Spatial Queries in 3D Tiles
• The technical details of the different tile formats in 3D Tiles	9. Tile Formats: Introduction 10. Tile Formats
• The possibility to extend the base specification with additional features	11. Extensions
• The capabilities for information visualization by styling the content based on metadata	12. Declarative Styling
• How basic elements like geospatial coordinate systems and geometry data compression are integrated in 3D Tiles	13. Common Definitions

If you are looking for 3D Tilesets to get started, Cesium ion (<https://cesium.com/ion>) hosts curated 3D Tilesets and also allows users to upload their own data to create, host, and stream 3D Tiles.



© 2020 by Cesium GS, Inc. Made available under a Creative Commons Attribution 4.0 License (International): <https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>





Webinar 3D- Outils de développements 3D (stockage, traitement et visualisation)

## Mobiliser les données 3D

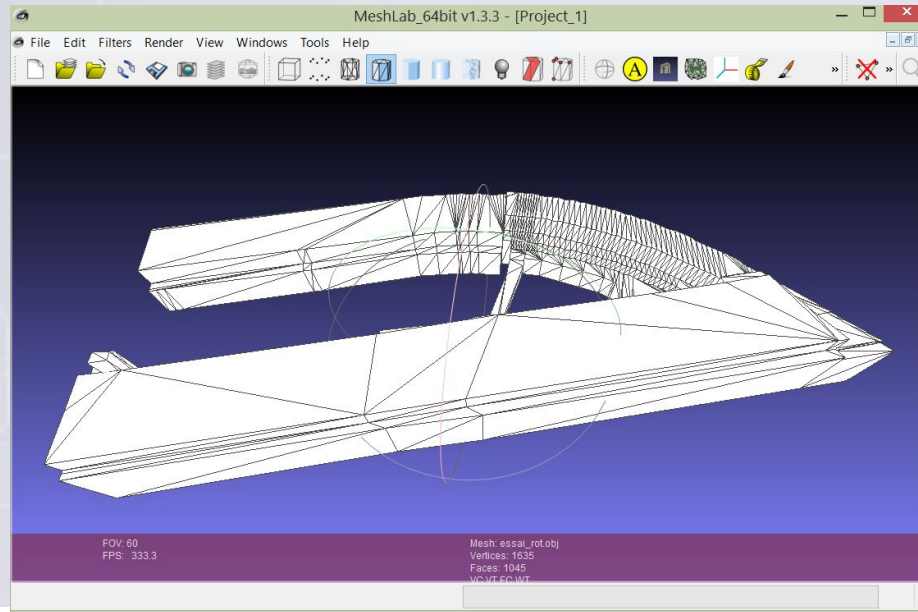
# Quelques logiciels

- **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, ...)**



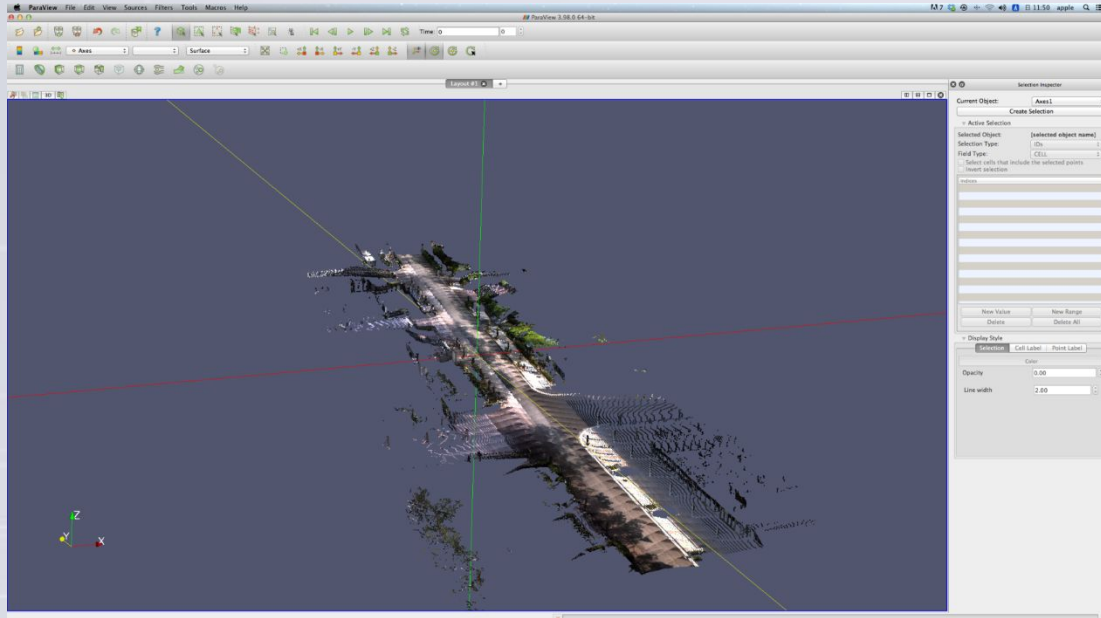
# Mobiliser les données 3D

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



# Mobiliser les données 3D

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



Extrait de [http://ait-survey.com/?page\\_id=2474](http://ait-survey.com/?page_id=2474)

# Mobiliser les données 3D

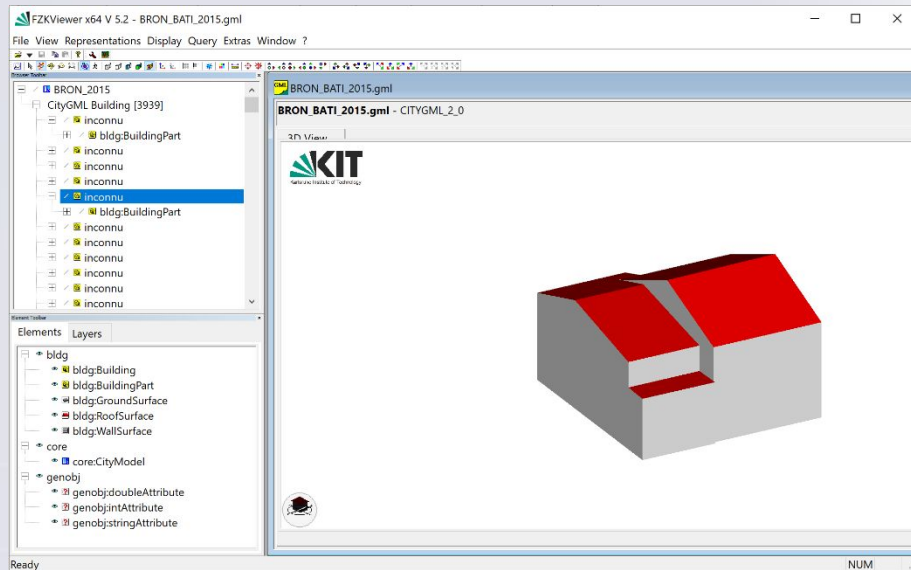
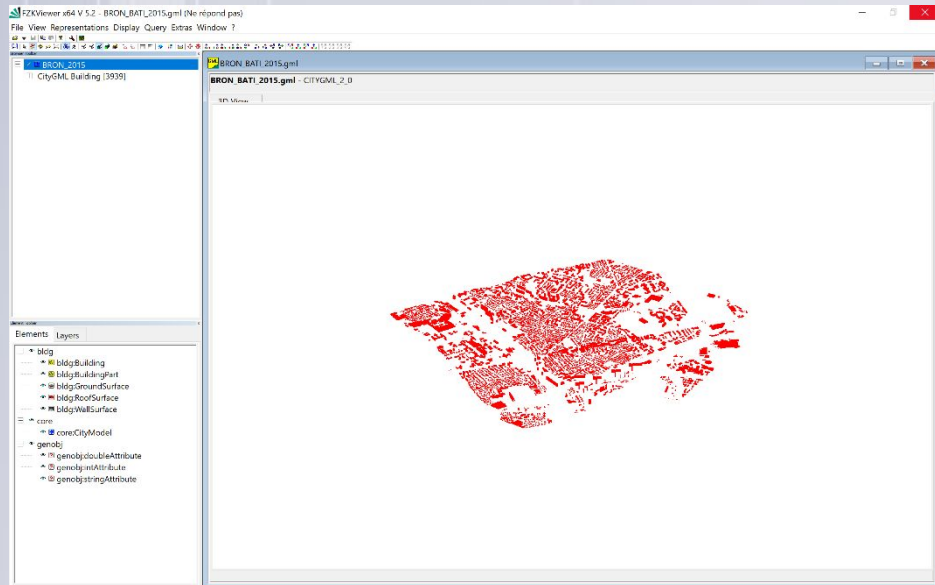
- RhinoTerrain/ RhinoCity



<https://www.rhinoterrain.com/fr/rhinocity.html>

# Mobiliser les données 3D

- **FZK Viewer**



<https://www.iai.kit.edu/1302.php>

# Mobiliser les données 3D

- **FME** <https://www.safe.com/>

## FME — The Simple Solution for Complex Integration



### Connect Your Applications

Eliminate data silos and move information between 450+ applications using FME's visual interface. Plus, FME's geospatial support allows you to integrate the power of location into all areas of your organization.

[Visit the Integration Gallery](#)



### Transform Your Data

Ensure data quality throughout the integration lifecycle with FME transformers. Perform unique data processing tasks using any combination of 500+ transformers to modify your data exactly for your needs.

[Visit the Transformer Gallery](#)



### Automate Your Workflows

Save time by using FME to turn manual tasks into repeatable or event-based workflows. By automatically providing integrated data to stakeholders on a real-time or scheduled basis, you'll make everyone's life easier.

[Learn About FME Server](#)

## 3DS (ville de Bordeaux) to FBX

3DS — FBX (C:\Users\gllh\Downloads\3ds2fbx.fme) - FME Workbench 2019.2

5d4 View Readers Transformers Writers Run Tools Help

File Edit View Run Stop Cut Copy Paste Undo Redo Select Pan Zoom In Zoom Out 70% Estimate Maximize Full Screen Reader Writer Transformer Bookmark Auto-Layout Center Media Publish Republish Download

Start Main

file\_x119\117 [3DS]  
Downloads [FBX]  
Destination FBX ...  
Fanout Dataset: ...  
Coordinate System...  
Parameters  
Feature Types (1)  
Transformers (1)  
Triangulator (Tri...  
Bookmarks  
User Parameters (24)  
transformer Gallery  
All (496)  
Categorized  
Embedded Transformers  
FME Hub  
Recent (2)  
Search Results

Translation Log

```
92 ---  
92 ---  
94 ---  
94 ---  
96 Total Features Written  
96 ---  
99 ---  
100 ---  
101 --- Feature counts have been recorded at every stage of the translation.  
102 ---  
103 ---  
104 ---
```

# Quelques logiciels

- Sketchup + plugin cityGML

The screenshot shows the GEORES website with a navigation menu and a main content area. The main content area is titled "CityGML Plugins für Sketchup™-Sketchsoftware" and contains text describing the plugins. Below the text is a 3D rendering of a building and a "Site Export CityGML" dialog box.

**GEORES**  
RELIABLE ENGINEERING SOLUTIONS

Deutsch  
English

Unternehmen   Produkte   Schulungen   CityGML   Downloads   Kontakt   Impressum

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

**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.

Center CityGML Layer

Site Export CityGML

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

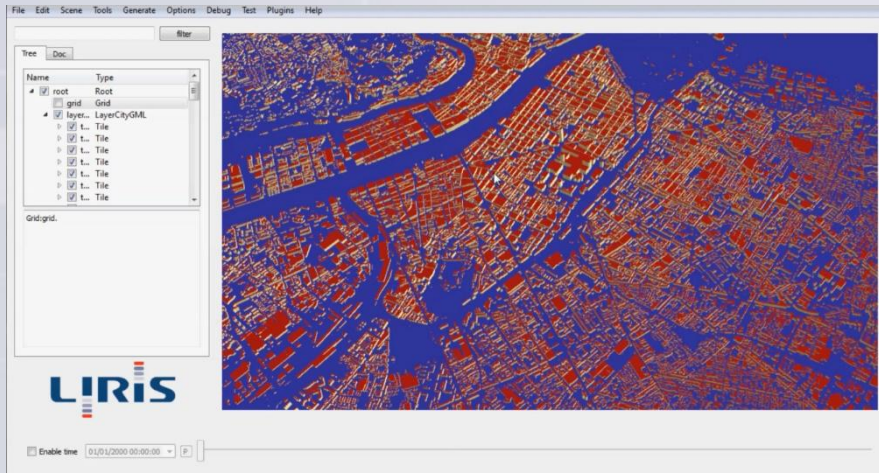
Translation from CityGML Import  
 CityGML 1.0    CityGML 2.0

CityGML Building Toolbar

<https://www.geoplex.de/geores/>

# Mobiliser les données 3D

- **3D-Use (développé par le LIRIS sur la période 2012- 2019)**
  - C'est une plateforme d'agrégation 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 ...)



- **Librairies (C++)**
  - QT : interface
  - OSG : Visualisation
  - GDAL : outils de bases pour l'information géographique
  - Proj.4 : projection

<https://github.com/VCityTeam/3DUSE>





Webinar 3D- Outils de développements 3D (stockage, traitement et visualisation)

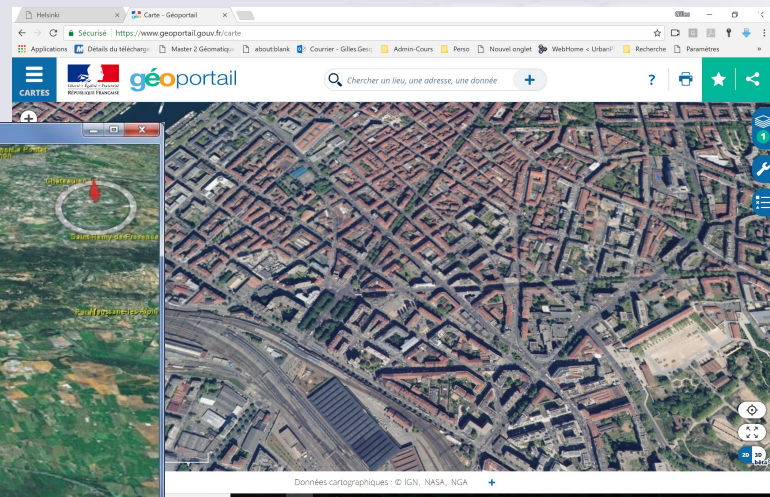
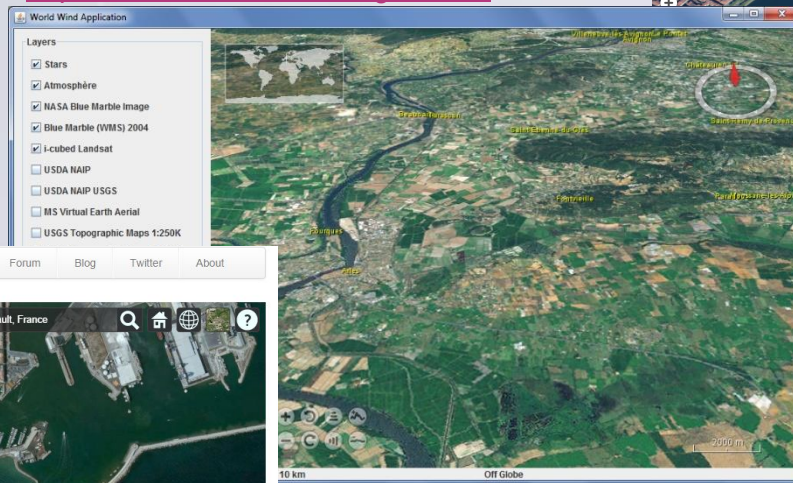
# Outils de développements

# Outils de développements

- Globes

<http://www.itowns-project.org/>

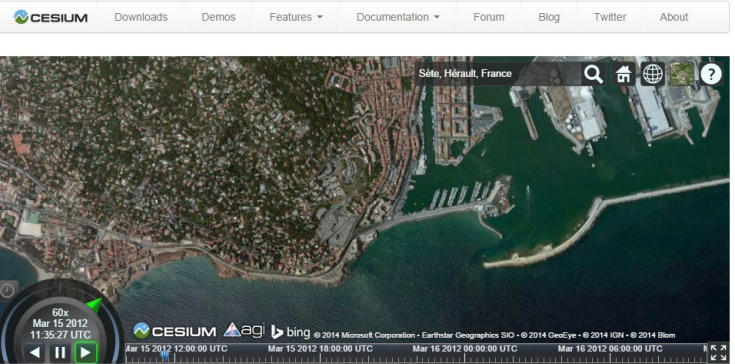
<https://worldwind.arc.nasa.gov/web/>



<http://www.itowns-project.org/itowns/docs/#tutorials/Create-a-simple-globe>

<https://worldwind.arc.nasa.gov/web/features/#anchor>

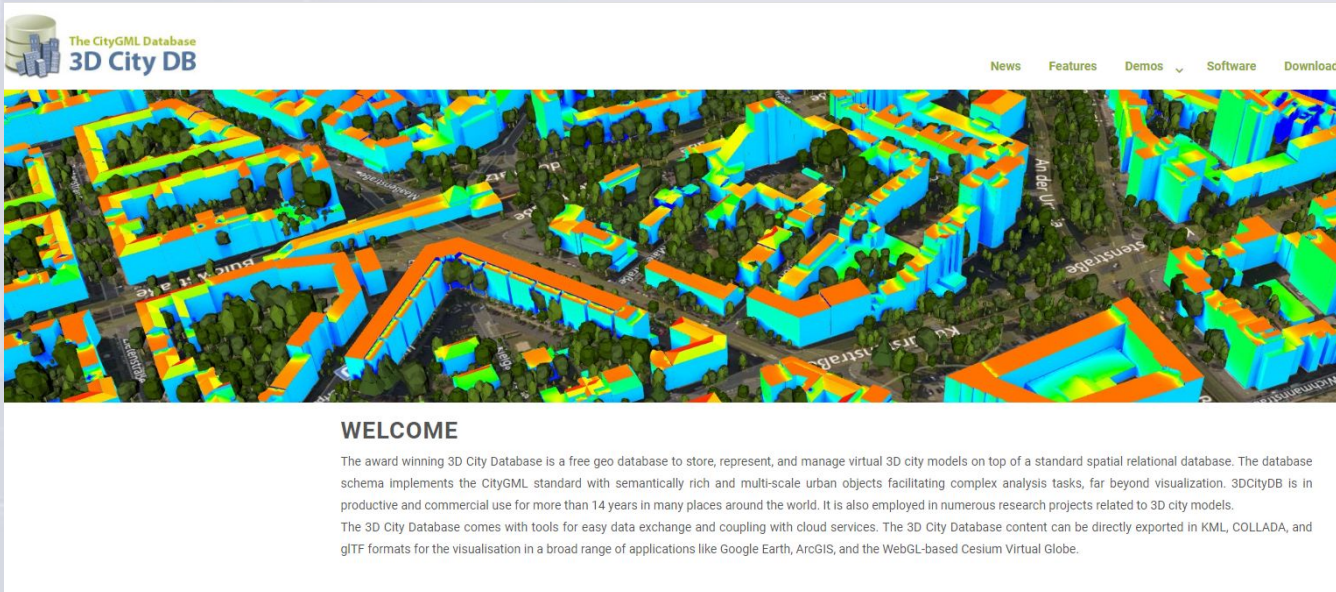
<https://cesium.com/>



<https://cesium.com/docs/tutorials/getting-started/>

# Outils de développements

- Stockage de données CityGML sous Oracle ou posGis



The screenshot shows the homepage of the 3D City Database. At the top left, there is a logo with a database icon and the text "The CityGML Database 3D City DB". To the right, there is a navigation menu with links for "News", "Features", "Demos", "Software", and "Downloads". The main visual is a 3D city model with buildings colored in a gradient from blue to orange, set against a background of green trees and streets. Below the image, there is a "WELCOME" heading followed by a paragraph of text describing the database's capabilities and its use in various applications.

**WELCOME**

The award winning 3D City Database is a free geo database to store, represent, and manage virtual 3D city models on top of a standard spatial relational database. The database schema implements the CityGML standard with semantically rich and multi-scale urban objects facilitating complex analysis tasks, far beyond visualization. 3DCityDB is in productive and commercial use for more than 14 years in many places around the world. It is also employed in numerous research projects related to 3D city models.

The 3D City Database comes with tools for easy data exchange and coupling with cloud services. The 3D City Database content can be directly exported in KML, COLLADA, and GTF formats for the visualisation in a broad range of applications like Google Earth, ArcGIS, and the WebGL-based Cesium Virtual Globe.

<https://www.3dcitydb.org/3dcitydb/>



Webinar 3D- Outils de développements 3D (stockage, traitement et visualisation)

## Outils de développements- LIRIS

# Outils de développements- LIRIS

## Génie logiciel : principes méthodologiques

### Interopérable :

- Standards (CityGML, 3D Tiles, etc.)
- Composants logiciels existants (iTowns, 3D City DB, etc.)

### Réutilisable :

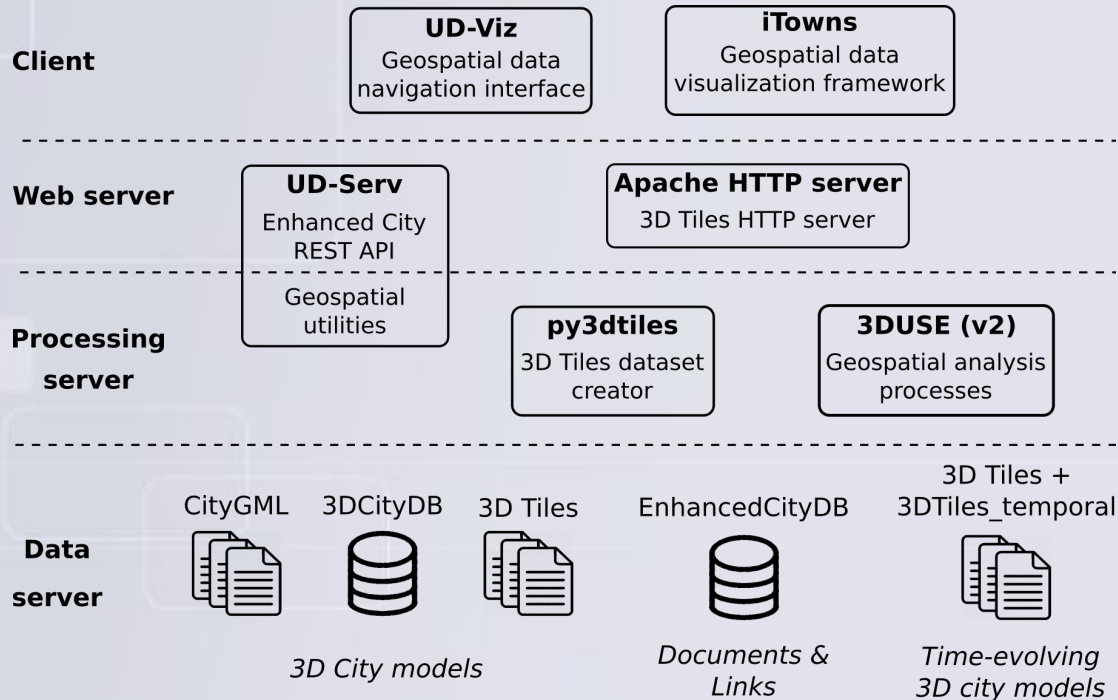
- Open source
- Documentation (UD-SV ou dans les composants concernés)

### Reproductible :

- Permalinks vers des versions spécifiques du code (software heritage)
- Permalinks vers les données utilisées et produites (Zenodo)
- Notes et scripts d'installation (UD-Reproducibility, Docker)

# Outils de développements- LIRIS

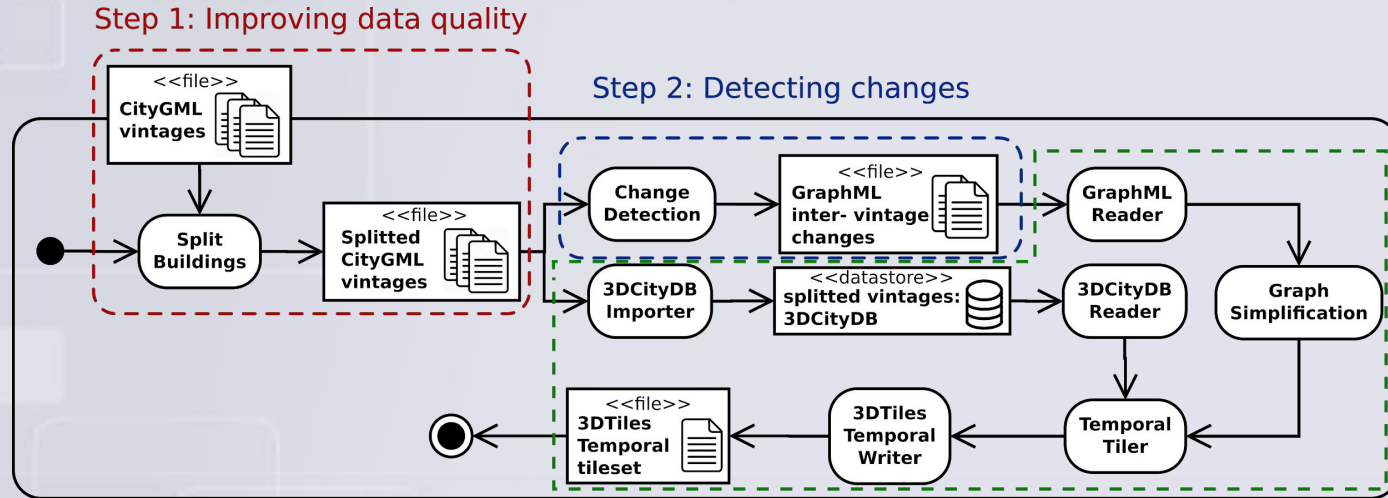
## Architecture logicielle 4 tiers d'UD-SV





# Outils de développements- LIRIS

## Process de calcul de modèles 4D de la ville

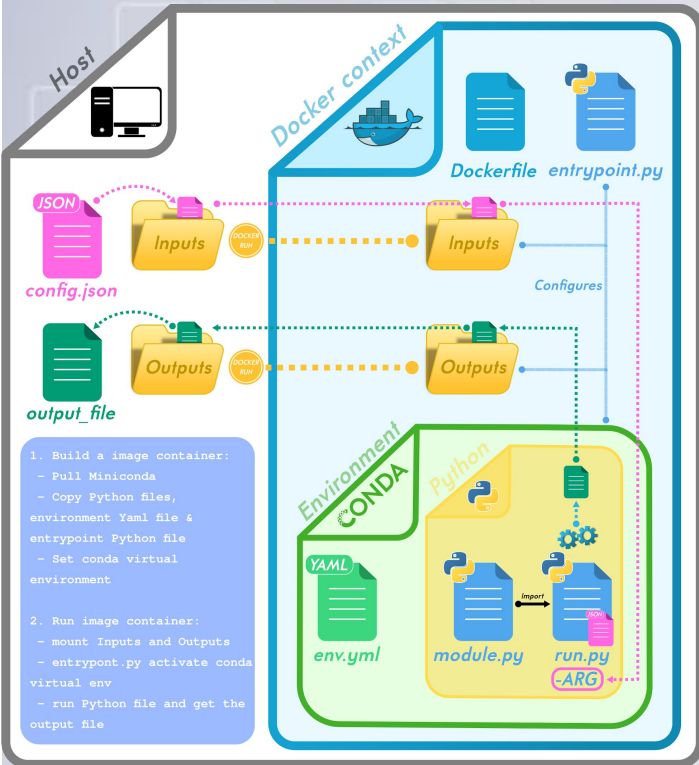


Open source et reproducible:

<https://archive.softwareheritage.org/browse/directory/3aa1541cdf3f05bb1a1409f7afb314ebc19ee2cd/?origin=https://github.com/VCityTeam/UD-Reproducibility>



# Outils de développements- LIRIS



Reproductibilité : usage de conteneurs

Docker :

- expression explicite des dépendances
- permet de pérenniser l'usage (indépendance de l'OS du client)
- installation/déploiement en ligne grandement facilités
- intégration dans des workflow de traitement hétérogènes

```
$ cd <Docker context directory>
$ docker build -t <image tag> <Docker context directory>
$ docker run --mount src=pwd, target=/Inputs, type=bind --mount src=pwd, target=/Outputs, type=bind -it
```

# Outils de développements- LIRIS

## Démonstrations :

- **Point clouds :** <http://rict2.liris.cnrs.fr/UD-Viz/UD-Viz-Core/examples/DemoPC/Demo.html>
- **Temporel :** <http://rict2.liris.cnrs.fr/UD-Viz-Temporal-Limonest/UDV-Core/examples/DemoTemporalBron/Demo.html>
- **Autres composants :** <http://rict2.liris.cnrs.fr/UD-Viz/UD-Viz-Core/examples/DemoFull/Demo.html>

## Publications

- [https://projet.liris.cnrs.fr/vcity/wiki/doku.php?id=ourarticles\\_en](https://projet.liris.cnrs.fr/vcity/wiki/doku.php?id=ourarticles_en)

# Outils de développements- LIRIS

- Pour aller plus loin : <https://github.com/VCityTeam/UD-SV>
- Au sein du GDR MAGIS/ AP3D
  - Possible créneau de prise en main (planifié en juin lors des assises du GDR, le mercredi)
    - iTowns ?
    - Outils présentés ici
  - Merci de vous manifester auprès de Myriam, Sidonie et Gilles si cela peut vous intéresser.

## UD-geodecision-docker

Python 0 0 1 0 Updated 2 days ago

## UD-geodecision

Decision making tools for urban management

Jupyter Notebook 0 0 4 0 Updated 2 days ago

## UD-SV

JavaScript 3 2 24 0 Updated 8 days ago

## MAGIS-AP3D

Action prospective 3D du GDR MAGIS

1 0 0 0 Updated 22 days ago

## 3DUSE

C++ 4 5 40 2 Updated on 2 Mar

## UD-Reproducibility

An Ubuntu based scaffolding tool for deployment

Shell 0 1 0 0 Updated on 24 Feb

## UD-Viz

JavaScript 11 0 33 1 Updated on 20 Feb

## UD-Serv

Python 6 0 15 2 Updated on 11 Feb

## py3dtiles

Forked from Oslandia/py3dtiles

Python module to manage 3DTiles format

Python 44 1 0 0 Updated on 21 Jan