LIÈGE université
Geomatics

Les enjeux du développement d'un jumeau numérique pour la region liégeoise

Roland BILLEN, Siham El YAMANI, Imane JEDDOUB, Abderrazzaq KHARROUBI, Anass Yarroudh, Jean-Paul KASPRZYK

Atelier : Concepts de base des jumeaux numériques,
Centre de recherche en données et intelligence géospatiales (CRDIG)
de l'Université Laval 26/01/2023

Contenu de la présentation

1. Trajectoire « jumeau numérique » à l'Unité de Géomatique
2. Enjeux du développement d'un jumeau numérique urbain
3. Projet de jumeau numérique pour la région liégeoise
4. Conclusions

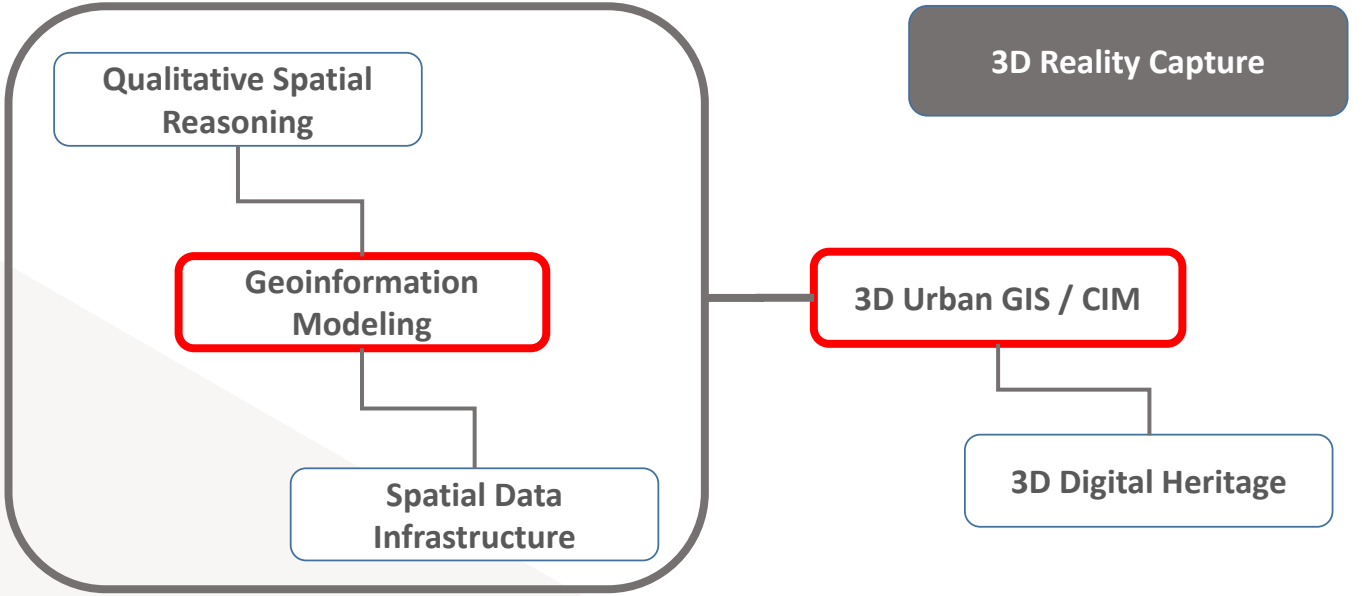
1. “Jumeau numérique” à l’Unité de Géomatique

Unité de Géomatique

- Faculté des Sciences / Département de Géographie / UR SPHERES
- SIG / Géodésie et GNSS / Télédétection / Topographie-photogrammétrie-lasergrammétrie

- Groupe de recherche – Roland Billen
  - 10 chercheurs

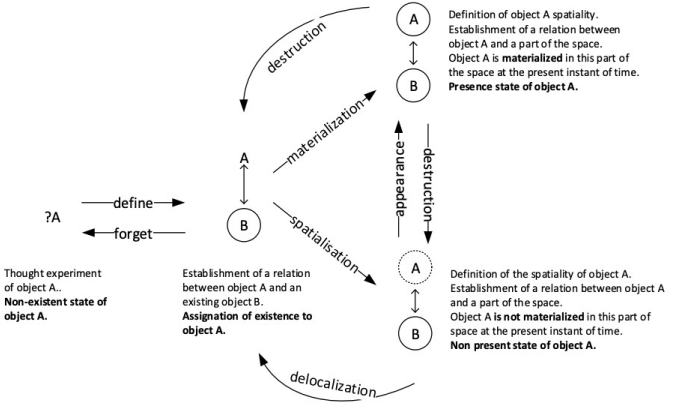
Unité de Géomatique

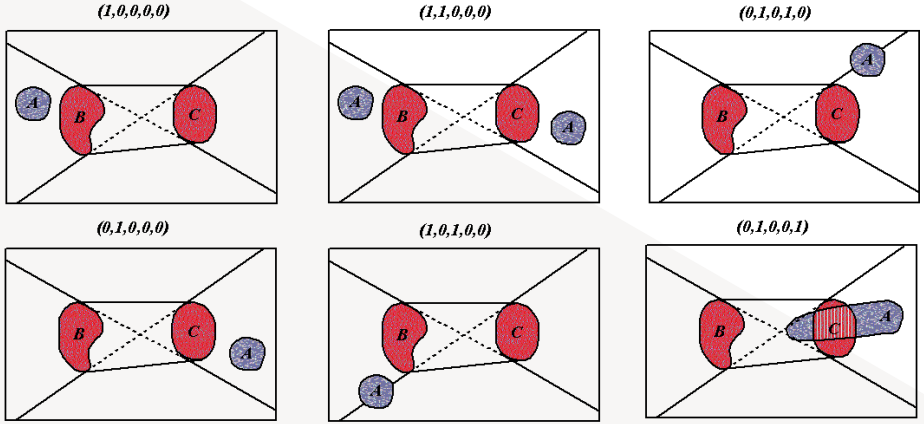


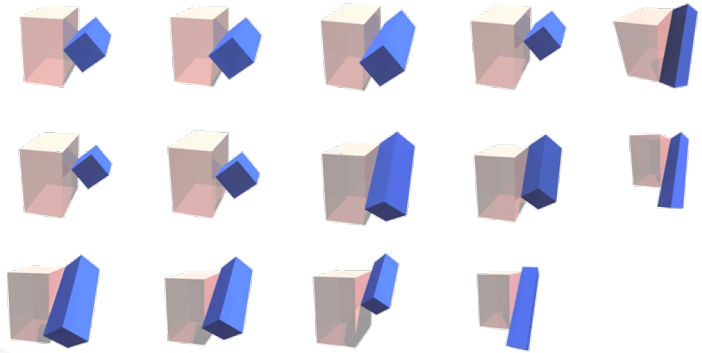
Raisonnement spatial

Qualitative Spatial Reasoning

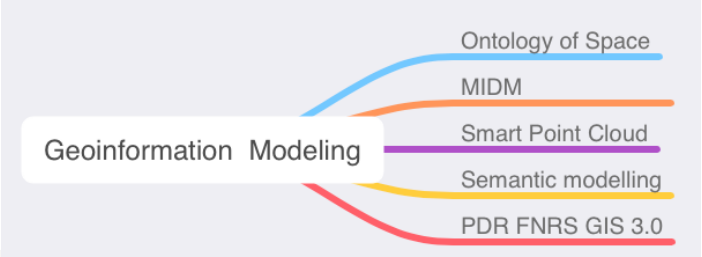
- Time / Identity
- Ternary projective Relations
- Dimensional Model

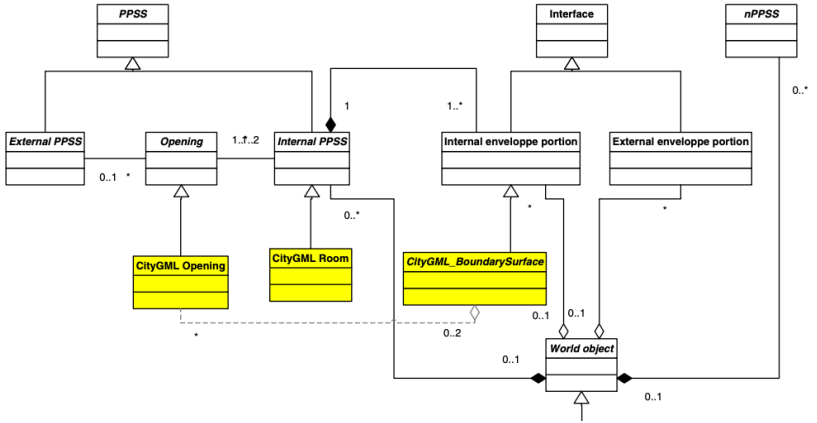


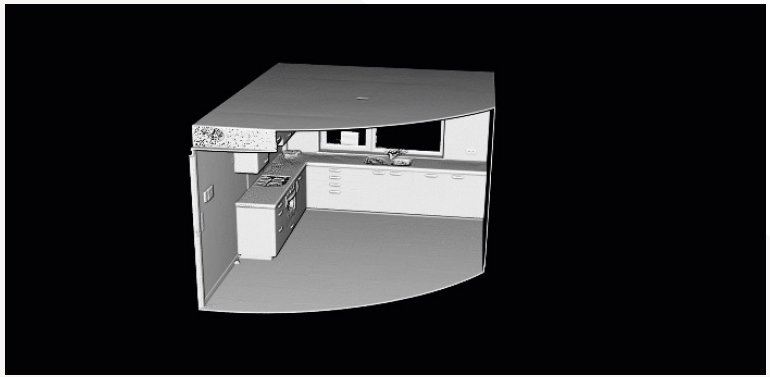


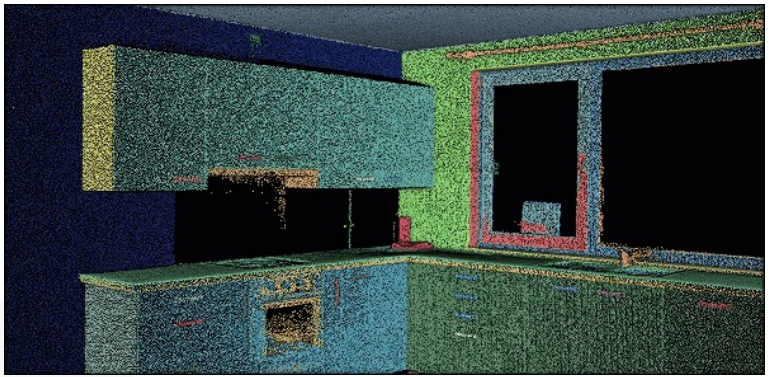


Modélisation de l’information géographique

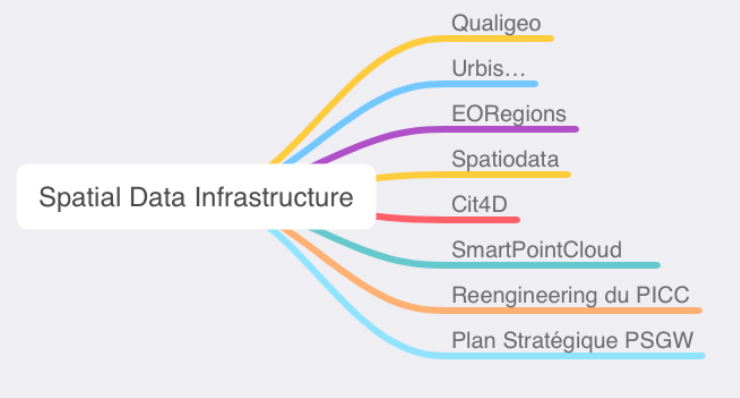


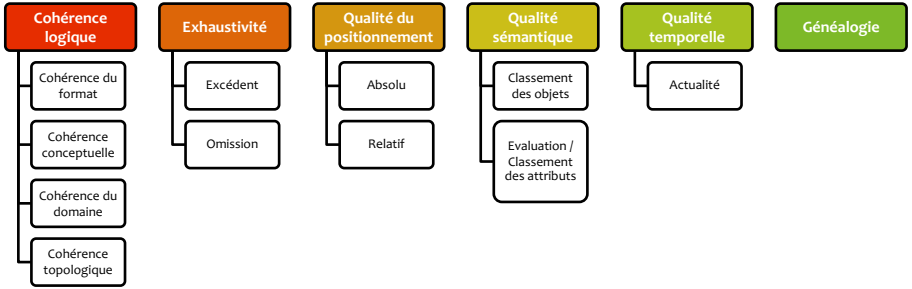




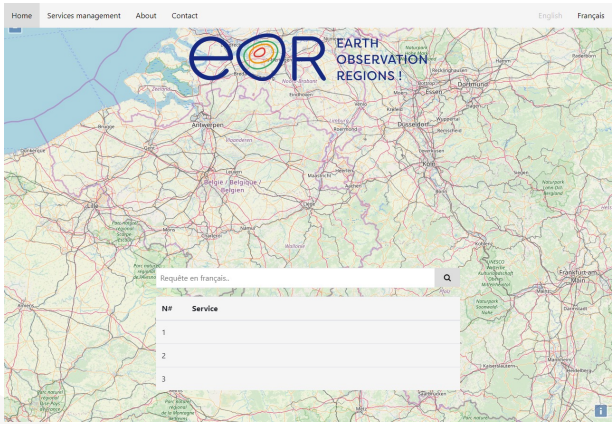


Infrastructure de données spatiales



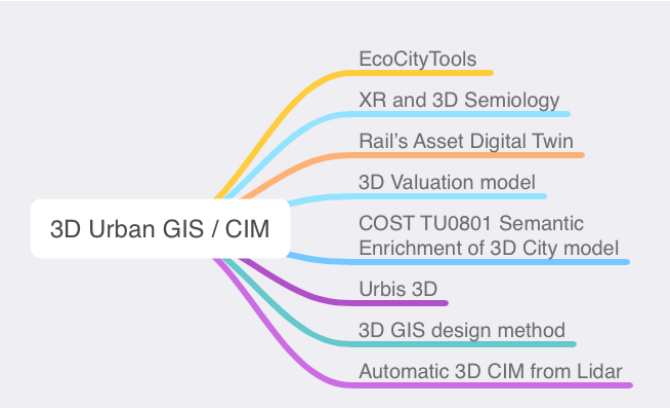


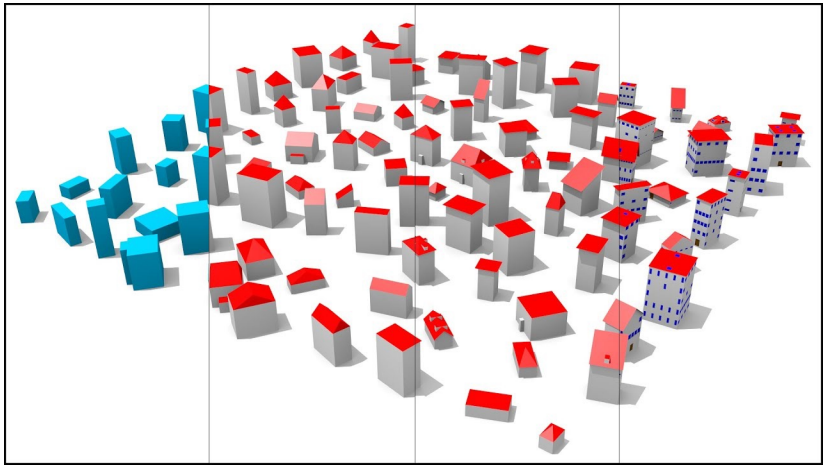
Jack Dangermond *2019*



LIÈGE université
Geomatics

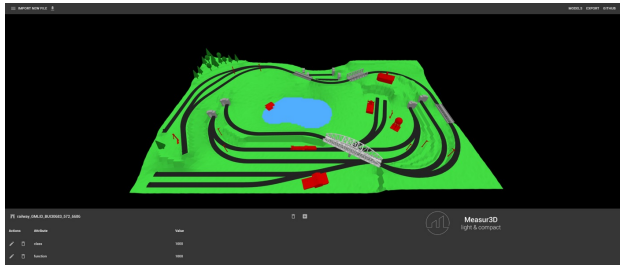
SIG 3D Urbain…



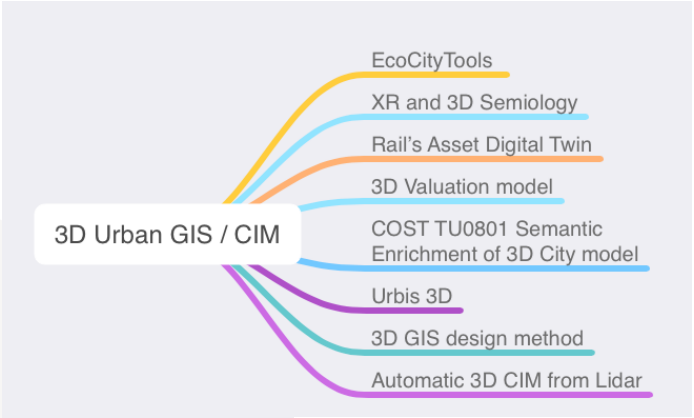


Belgian GeoSpatial Awards
Best Project 2021

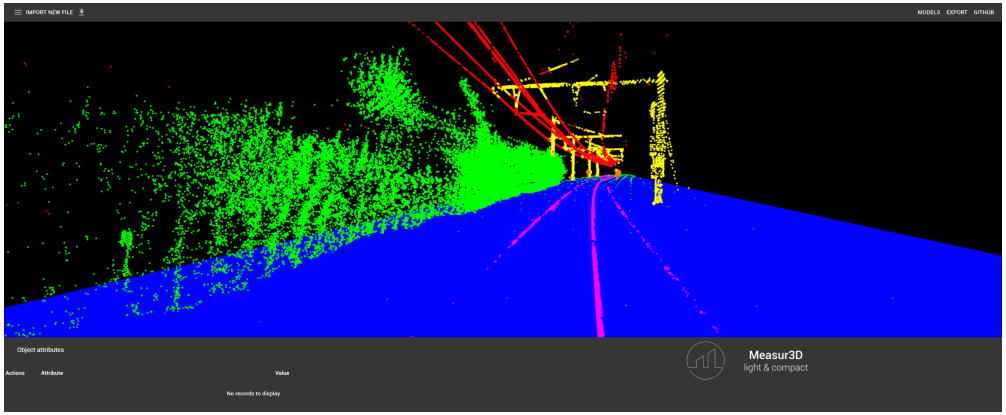
CityGML
CityJSON

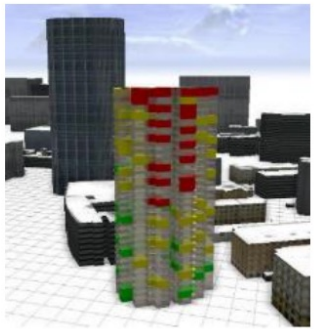


SIG 3D Urbain…

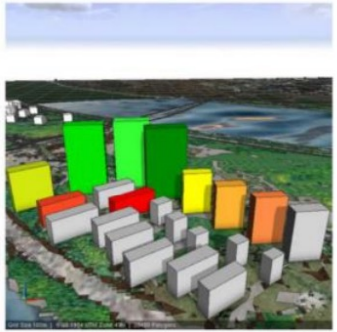


Gilles Antoine Nys: https://ganys.github.io/Measur3D/

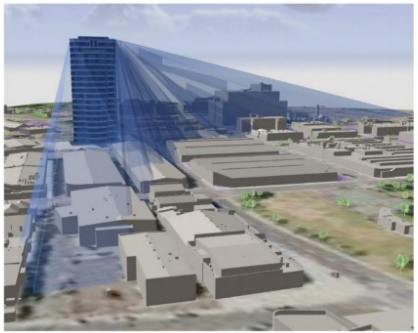




3D sunlight

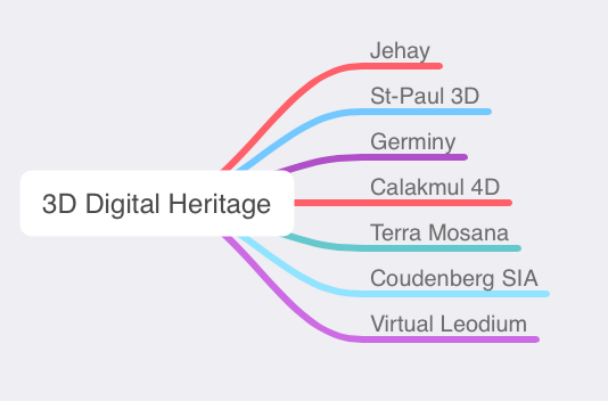


3D price variation - taxation



3D Visibility

Patrimoine digital



LIÈGE université
Geomatics

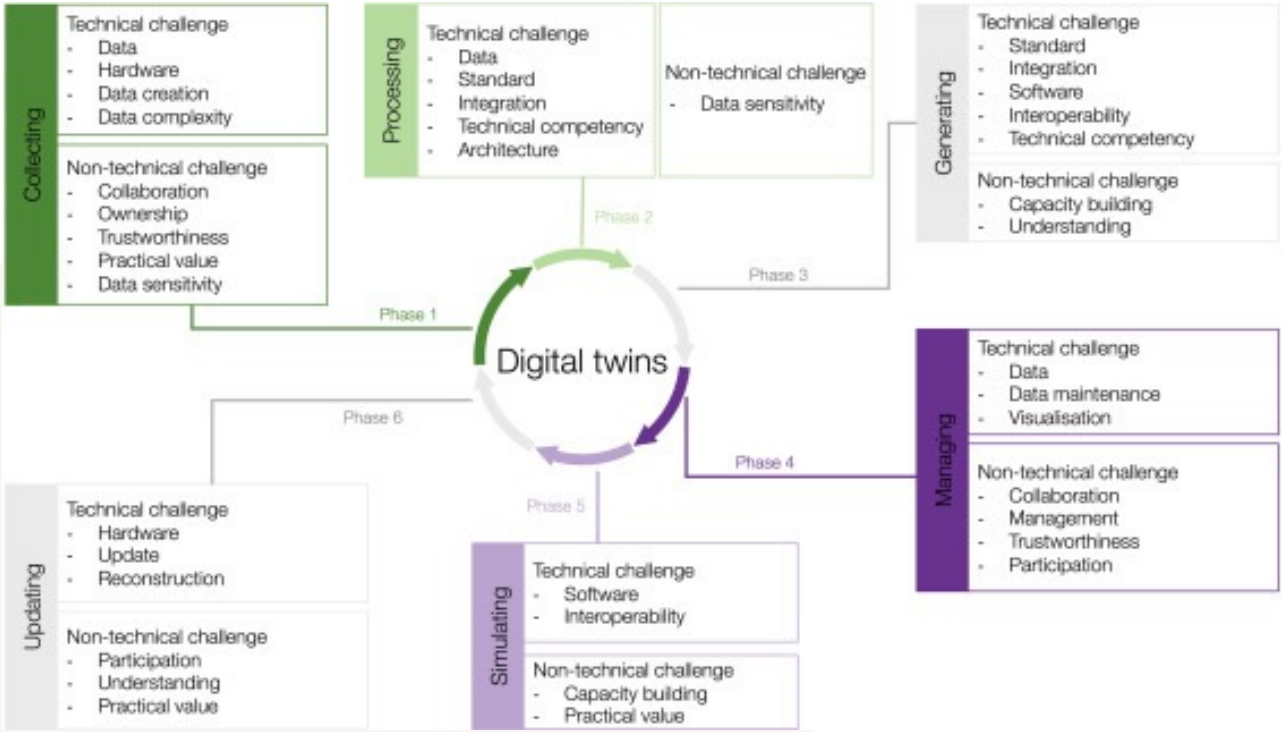
2. Les enjeux du développement d'un jumeau numérique

Avant-propos

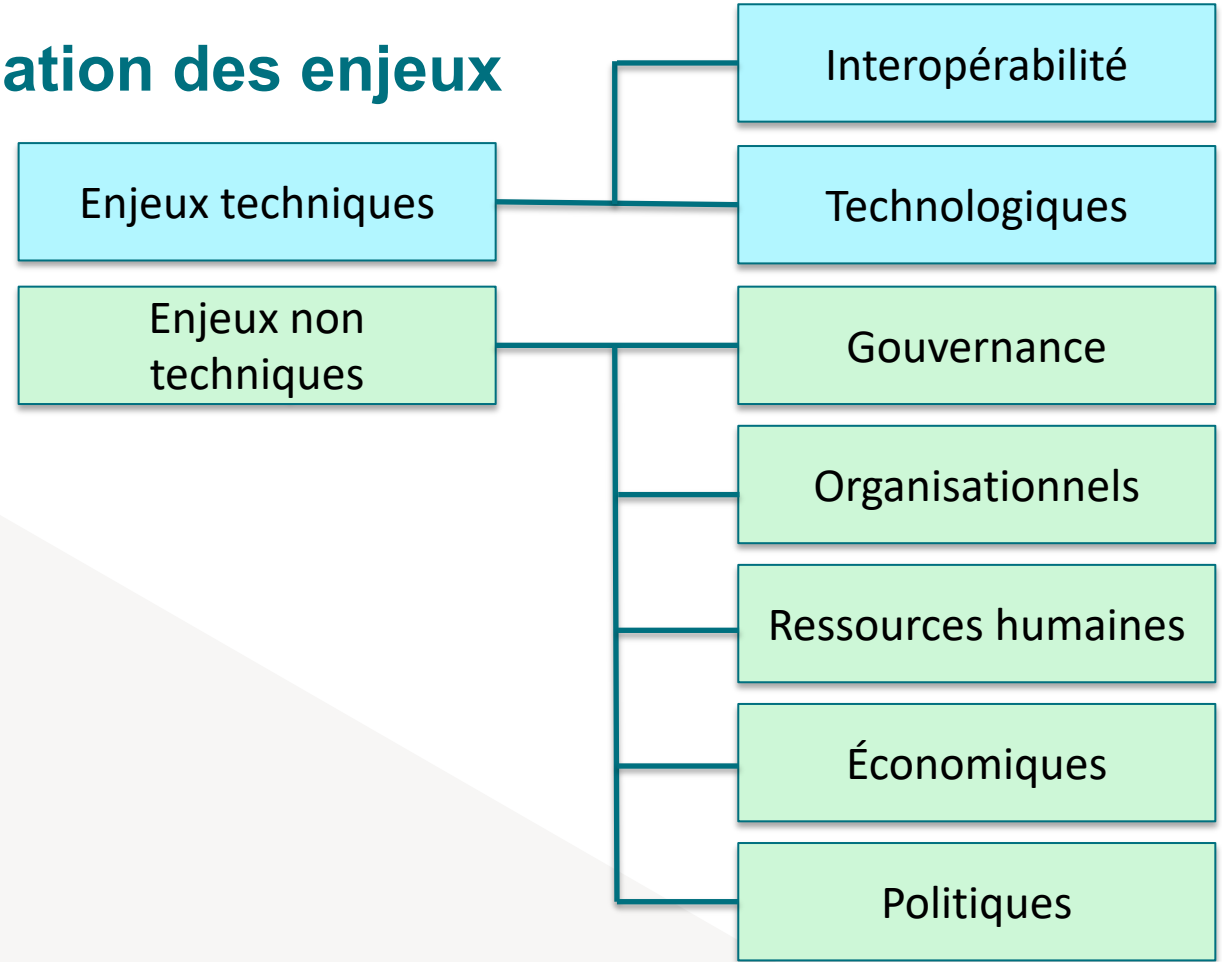
- Analyse subjective et biaisée (personnelle, liée à ma discipline et mon contexte géographique)
  - Changement profond de gestion et d'utilisation des données spatialisées
  - On est au-delà de l'apprentissage d'un nouveau logiciel…
- On retrouve les enjeux liées à la gestion de l'information géographique
  - Qualité, vie privée, coût, stockage, interopérabilité, etc.
- Catégorisation des enjeux par soucis de clarté mais la réalité est beaucoup plus complexe et il existe de nombreuses interconnections entre ces catégories
- Objectif de cette section : **susciter le débat**

Catégorisation des enjeux

« Challenges of urban digital twins: A systematic review and a Delphi expert survey », Automation in Construction, 2023 : Binyu, Janssen, Stoter, Biljecki



Catégorisation des enjeux



Enjeux d'interopérabilité

- Données de « base » sont de sources diverses et peuvent répondre à des paradigmes différents (ex: BIM / SIG)
- Les autres données sont de sources et de formats potentiellement très variés (ex: capteurs, données statistiques, etc.)
- Interactions avec les logiciels applicatifs (entrée et en sortie)

Enjeux technologiques

- Infrastructure et architecture informatique
  - Volume et nature des données / Temps « réel »
  - Liaisons vers des logiciels applicatifs (→ Enj. Interopérabilité)
  - Intégration avec les systèmes existants

- Acquisition des données
  - Automatisation des processus

Enjeux de gouvernance

- Données
  - Acquisition, contrôle, maîtrise, stockage, partage, etc.
- Outils et systèmes
  - Contrôle, maîtrise, maintenance, etc.
- Résultats
  - Chaîne décisionnelle, qualité, etc.
- Diffusion
  - Décideurs politiques / Directions administratives / citoyens…

Enjeux organisationnels

- Systèmes transversaux et pas en silos
- Adaptation des structures organisationnelles
- Adhésion des acteurs
- Impact sur les agences cartographiques

Enjeux en ressources humaines

- Nouvelles compétences pour mettre en place et maintenir un jumeau numérique
- Nouvelles compétences pour utiliser et interagir avec un jumeau numérique
- Métiers déjà sous forte pression (pénurie)

Enjeux économiques

- Coût de la mise en place d'un jumeau numérique
  - Infrastructure informatique / données / formation / etc.
- Coût de la maintenance d'un jumeau numérique
- Analyse complexe du coût / bénéfice
  - Nouveaux services à la collectivité
  - Économies induites (gestion de crise, planification, etc.)
  - Économies structurelles (internes et externes à l'organisation)

Enjeux politiques

- Cadre d'application / échelle
- Prendre conscience des enjeux économiques mais aussi des impacts profonds d'un point de vue organisationnels et de gouvernance
- On est sur une profonde évolution **à moyen et long termes** de tout un écosystème et pas face à une « simple » innovation technologique

Être sûr que l'on parle de la même chose…

An exploratory survey for Digital Twin (DT) concepts and initiatives for cities.

LIÈGE université
Geomatics

3. Un jumeau numérique pour la region liégeoise

Initiative du projet

- En 2021, le Groupe de redéploiement économique de Liège (GRE – Liège) réalise une étude de marché et rassemble plusieurs acteurs intéressé par la mise en place d'un jumeau numérique à Liège

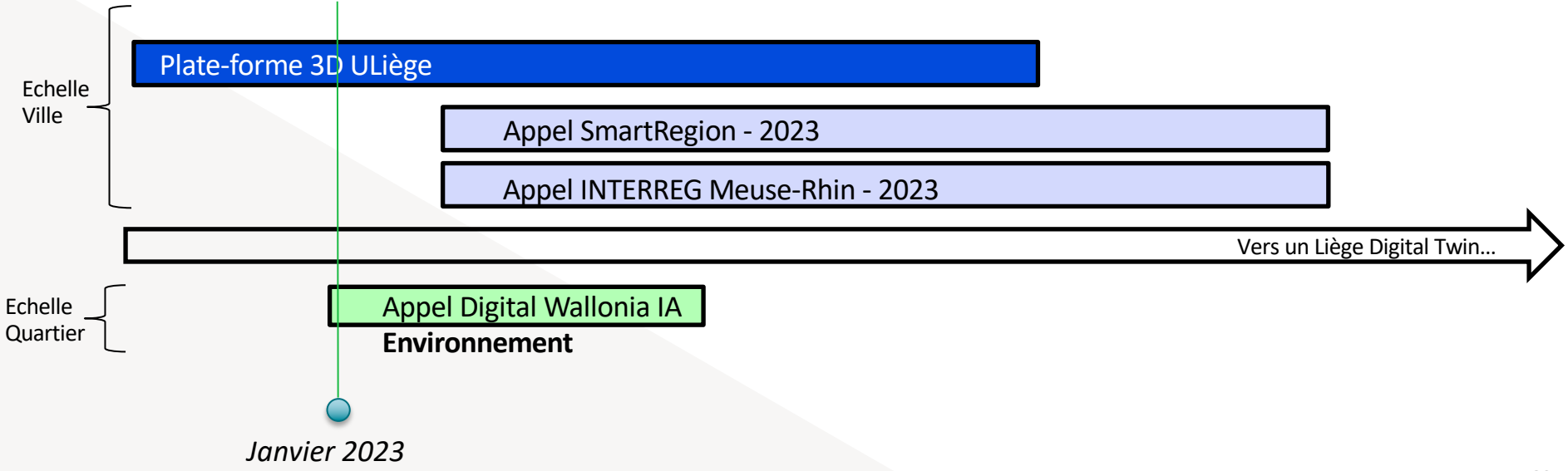
- Un groupe plus restreint se lance dès le début 2022 pour avancer sur le projet au travers plusieurs initiatives et développements
  - GRE-Liège, SPI, Ville de Liège, ULiège

LIEGE DIGITAL TWIN

Rencontre Doctorant.e.s ULiège & SPI pour façonner ensemble la métropole de demain

Étapes de développement

- Jumeau numérique = ambitieux projet développé sur le long terme (> 10 ans)
- Notre proposition: développer ensemble les premières briques logicielles répondant à la fois à des objectifs longs termes et courts termes



Plateforme 3D – Projet CERBERE

- Fonds Recherche de l'ULiège (oct 2022 / mars 2024)
- CERBERE : Architecture informatique basée CityJSON pour les jumeaux numériques urbains

CityGML

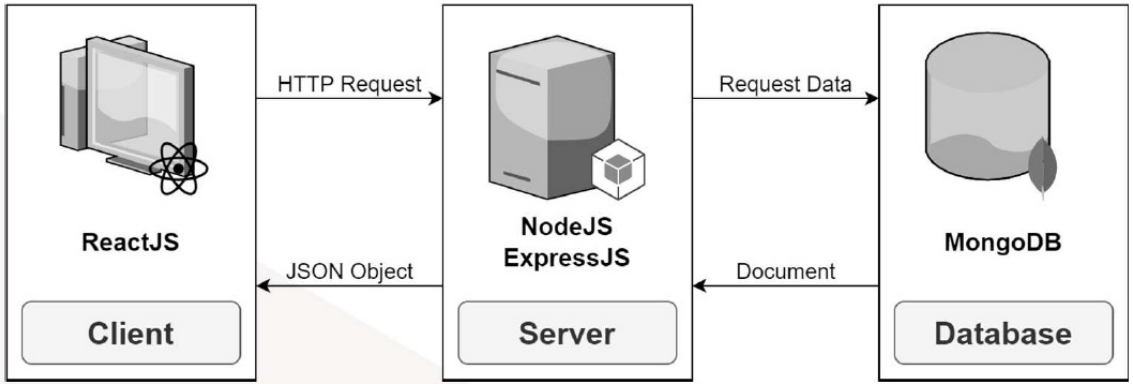
CityJSON

CityJSON - The same but lighter

- CityJSON supports the *exact same* data model
- CityJSON files are 6-7x times lighter than the same information stored in a CityGML file !
  - No markup repetition
  - Geometries are handle in a smarter way
  - Geometry templates allow reproducing objects

Plateforme 3D – Projet CERBERE

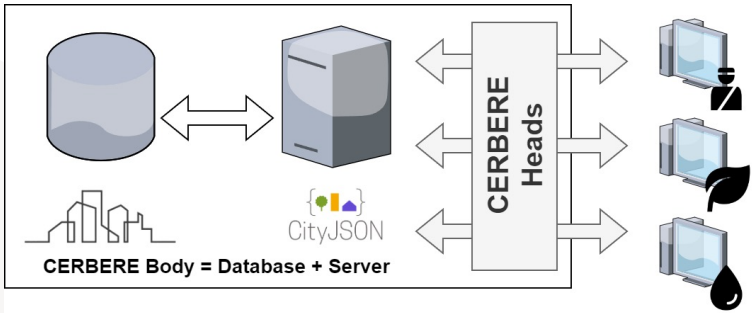
- Une application MERN (MongoDB, ReactJS, ExpressJS et NodeJS) pour gérer les fichiers CityJSON
- Garantie de logique et de qualité du modèle passe de la base de données vers le midleware



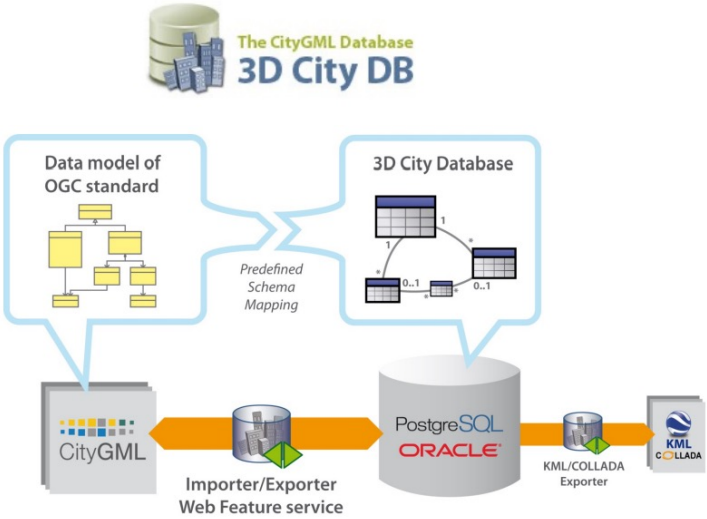
Nys, G.-A., & Billen, R. (2022). From consistency to flexibility: Handling spatial information schema thanks to a middleware in a 3D city modeling context. Transactions in GIS. doi:10.1111/tgis.13014 https://hdl.handle.net/2268/299037

Plateforme 3D – Projet CERBERE

- Le middleware agit comme un filtre, en entrée comme en sortie, permettrait de digérer toutes sortes de données issues de sources hétérogènes

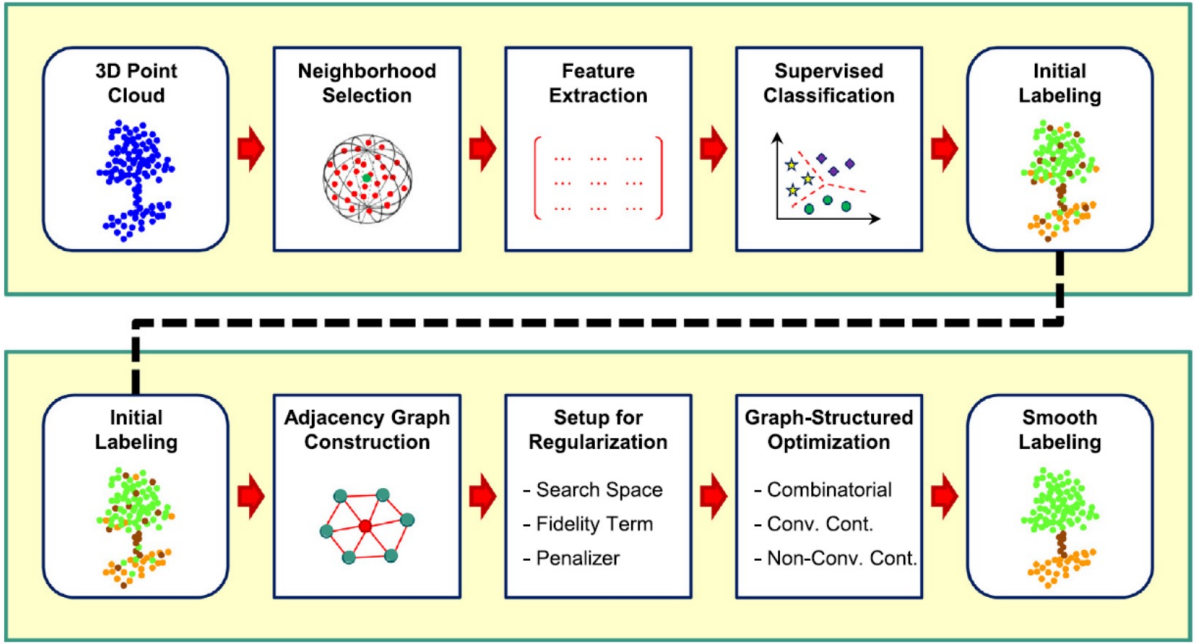


- Alternative ou complément au 3D CityDB



SEM3D - Obtention d'objets sémantiques 3D pour les applications urbaines

- Fonds Tremplin Digital Wallonia (Jan 2023 / oct 2023)



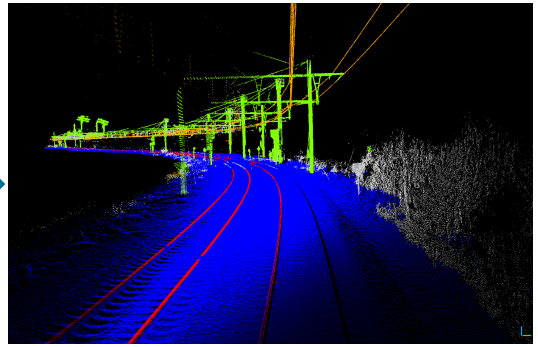
SEM3D - Obtention d'objets sémantiques 3D pour les applications urbaines

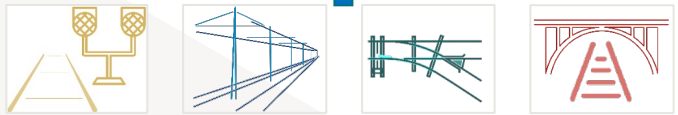
- Repose sur des chaînes de traitements issues de recherches en cours

LiDAR data collection, EM130 vehicle Belgium

Colorized 3D points clouds

3D point clouds with semantic labels

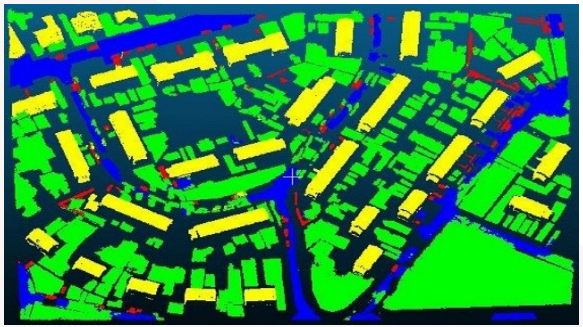




Semantic information's introduced using machine and deep learning

SEM3D - Obtention d'objets sémantiques 3D pour les applications urbaines

- Extraction d'objets et conversion automatique en CityJSON

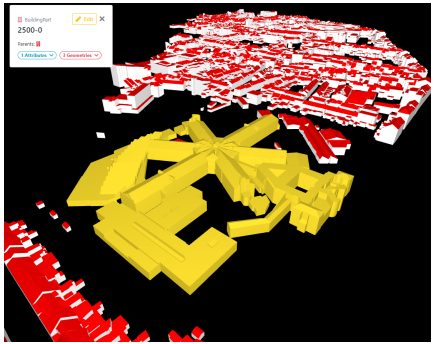


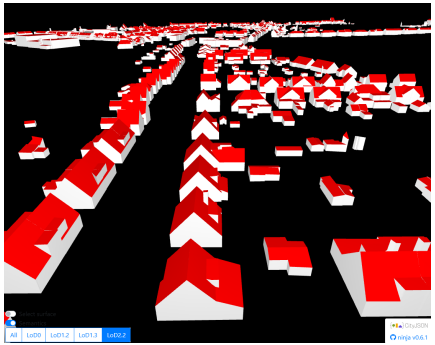
Buildings

Vegetation

Impervious surfaces

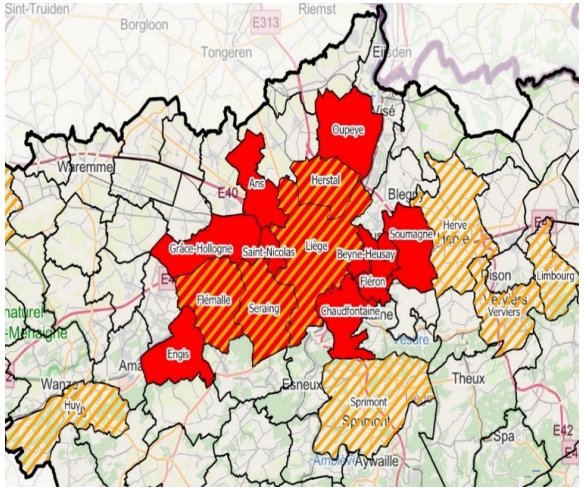
Cars





Perspectives

- Développement progressif au travers de « briques » techniques et applicatives
- « Preuve de concept » pour sensibiliser les différents acteurs
- Répondre progressivement aux différents enjeux
- Fixer un cadre géographique et envisager l'articulation avec les agences cartographiques



LIÈGE université
Geomatics

4. Conclusions

Conclusions

- L’idée de jumeaux numériques appliqués aux villes a mis un coup de projecteur sur le domaine de la géomatique
- Les compétences nécessaires à leur développement couvrent presque tous les champs de la géomatique (et d’autres évidemment)
- Fait naître de grandes attentes …. mais les défis sont nombreux à relever

Merci pour votre attention

LIÈGE université
Geomatics

Geomatics Unit | geomatics.ulg.ac.be
Allée du Six Août 19 (B5A) 4000 Liège