

28 novembre 2023

JUMEAUX NUMÉRIQUES: OUTILS POUR LA GESTION DE CRISE SUR LES TERRITOIRES?

WEBINAIRE INTRODUCTIF

Audrey Lebas, chargée de recherche





INTRODUCTION

LE SMART CITY INSTITUTE, DEFINITION



JUMEAUX NUMÉRIQUES ET GESTION DE CRISE

DEFINITIONS ET LIEN ENTRE LES DEUX CONCEPTS



DISCUSSION ET CAS D'USAGES

ROLAND BILLEN, GEOMATICS ULIÈGE



Q&A - CONCLUSION





INTRODUCTION

LE SMART CITY INSTITUTE, DEFINITION



JUMEAUX NUMÉRIQUES ET GESTION DE CRISE

DEFINITIONS ET LIEN ENTRE LES DEUX CONCEPTS



DISCUSSION ET CAS D'USAGES

ROLAND BILLEN, GEOMATICS ULIÈGE



Q&A - CONCLUSION



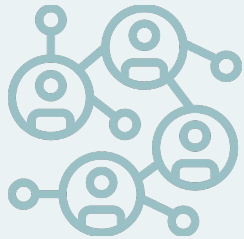
LE SMART CITY INSTITUTE



ENSEIGNEMENT



RECHERCHE



SENSIBILISATION



INNOVATION

- ▶ Fondé en 2015
- ▶ Université de Liège, HEC Liège (Belgium)
- ▶ Territoires durables et intelligents avec une approche « gestion » et « stratégie »
- ▶ Equipe multidisciplinaire de 13 personnes
- ▶ Réferent académique Smart Region

official | **digital**
partner | **wallonia**
.be

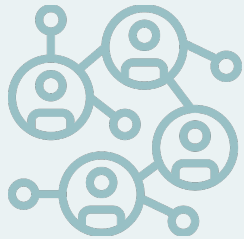
LE SMART CITY INSTITUTE



ENSEIGNEMENT



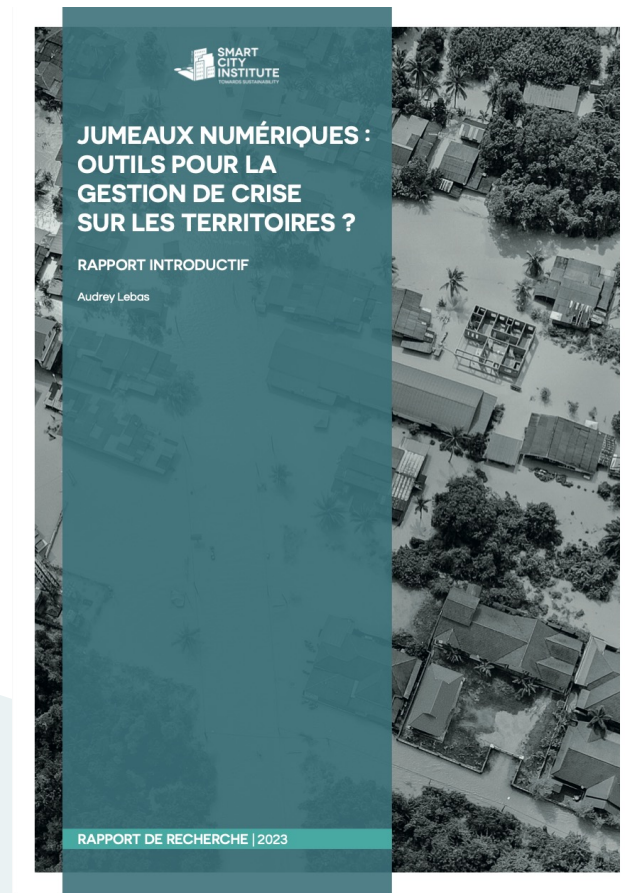
RECHERCHE



SENSIBILISATION



INNOVATION



LA SMART CITY

NOTRE DÉFINITION

Une « Smart City » est un **écosystème de parties prenantes** (composé de gouvernements locaux, d'associations de citoyens, de multinationales et d'entreprises locales, d'universités, d'institutions internationales, ...)

Engagé dans un **processus de transition durable** sur un territoire donné

En utilisant les technologies comme **facilitateur**

Dans un **objectif de durabilité** (prospérité économique, bien-être et préservation des ressources naturelles)

LA SMART CITY

NOTRE DÉFINITION

Une « Smart City » est un territoire durable et intelligent, composé de citoyens, de multinationales et d'institutions prenantes

= Ville durable et
Intelligente

= Smart Territory

= **Territoire durable et
intelligent**

Engagé

in territoire

E

eur

Dans un **objectif** économique, bien-être et
préservation (naturelles)

LA SMART CITY

NOTRE DÉFINITION

= Ville durable et
Intelligente

= Smart Territory

= Territoire durable et
intelligent

= Smart Region

= Region durable et
intelligente

= Smart Village

= Village durable et
intelligent

Une « Smart
(composé de
multination

des prenantes
de citoyens, de
d'institutions

Engagé

in territoire

E

eur

Dans un **objectif**
présent

économique, bien-être et
(naturelles)

LA SMART CITY

SIX DIMENSIONS



ECONOMY



ENVIRONMENT



PEOPLE



GOVERNANCE



LIVING



MOBILITY



INTRODUCTION

LE SMART CITY INSTITUTE, DEFINITION



JUMEAUX NUMÉRIQUES ET GESTION DE CRISE

DEFINITIONS ET LIEN ENTRE LES DEUX CONCEPTS



DISCUSSION ET CAS D'USAGES

ROLAND BILLEN, GEOMATICS ULIÈGE

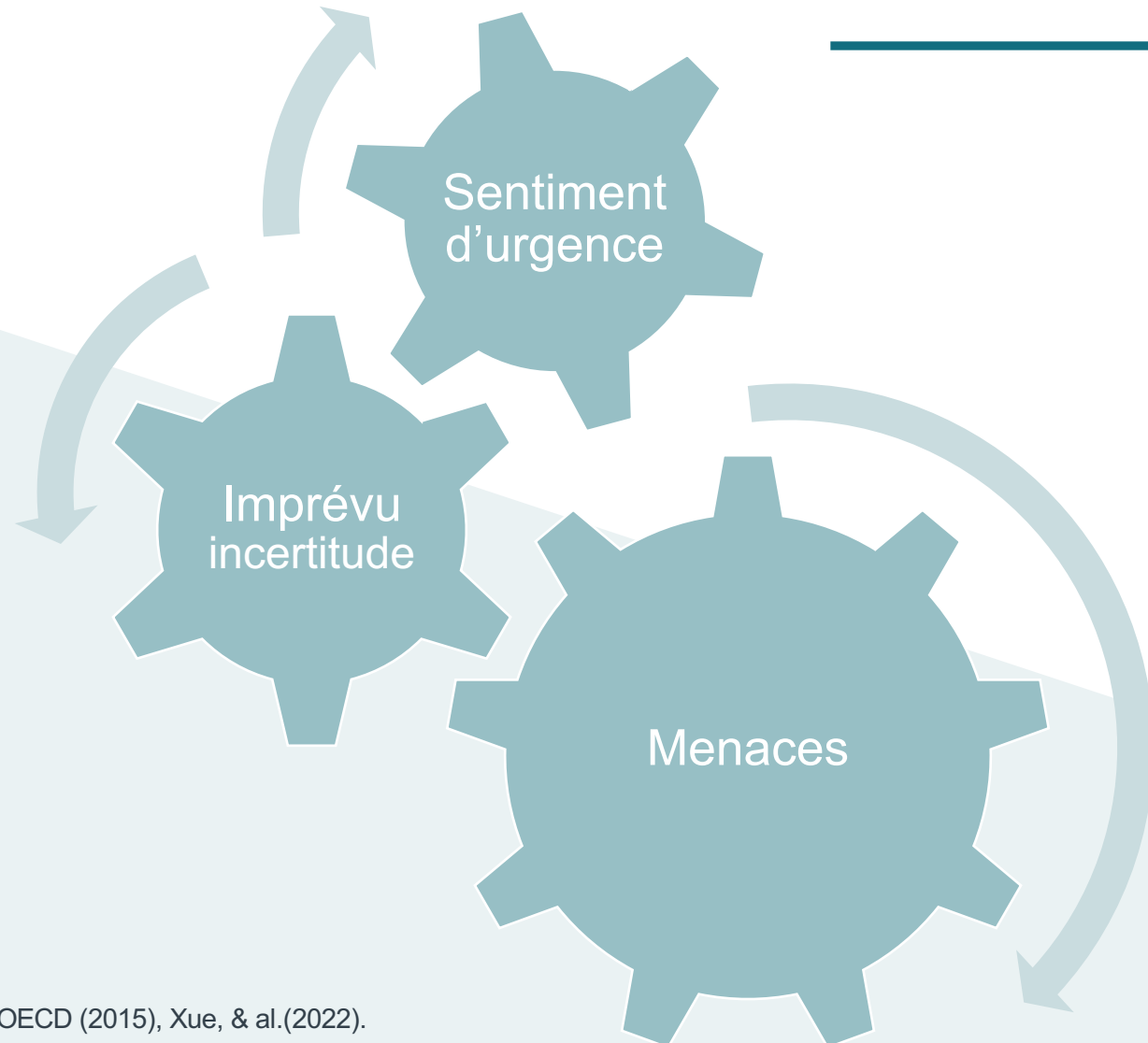


Q&A - CONCLUSION



GESTION DE CRISE

LES CRISES - DEFINITION



→ Lié au concept de catastrophe

GESTION DE CRISE

LES CRISES – TYPOLOGIE

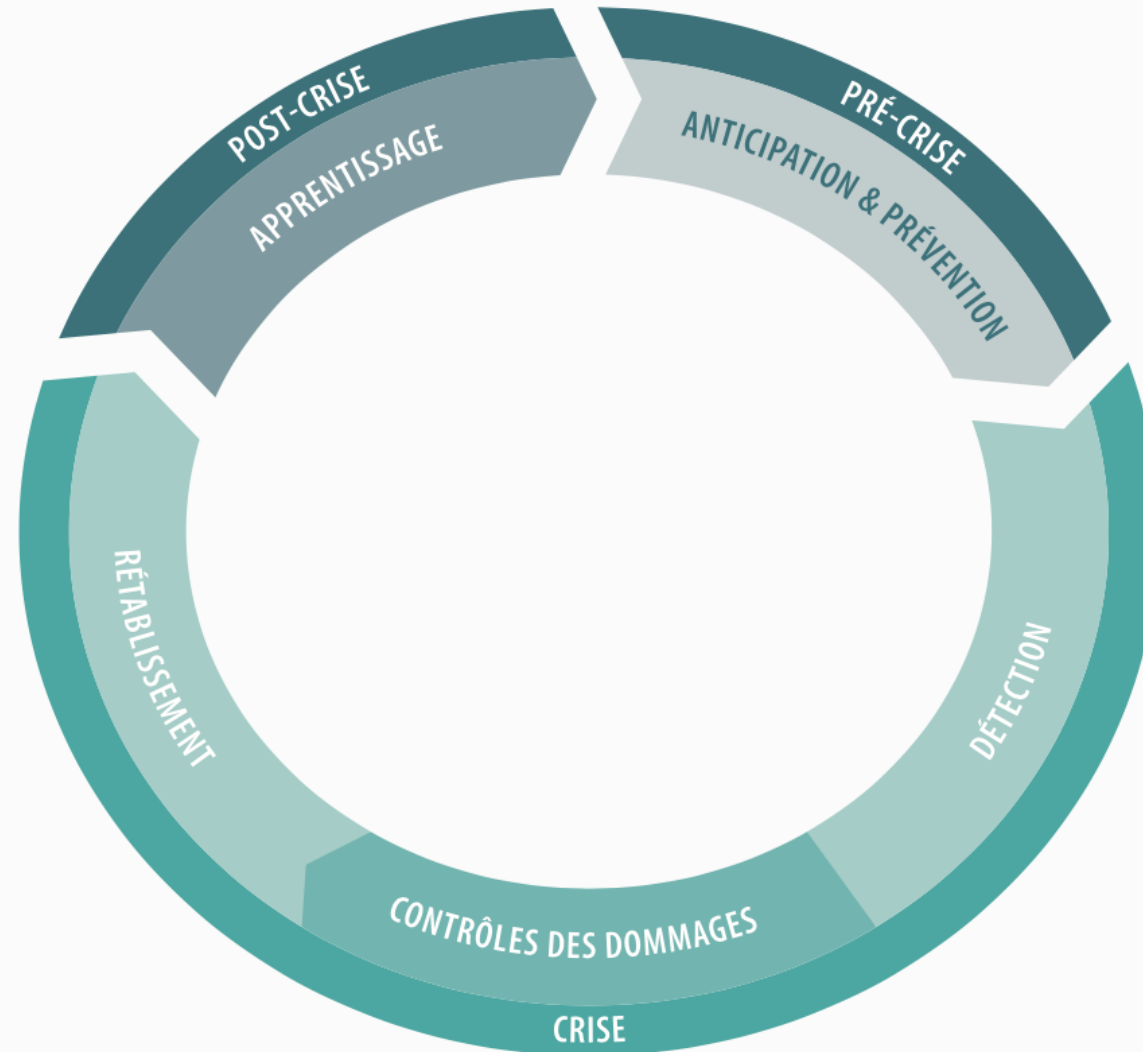
Catastrophes naturelles

- Biologiques (ex. épidémie)
- Géophysique (ex. tremblement de terre)
- Hydrologique (inondation)
- Météorologique (ex. tempête)
- Climatologique (sécheresse)

Catastrophes technologiques/humaines

- Accidents industriels (ex. explosion)
- Accidents transports (ex. route)
- Accidents mixtes (ex. attaques terroristes, intoxications alimentaires)

CYCLE DE GESTION DE CRISE



JUMENTAUX NUMÉRIQUES

DEFINITION

Un jumeau numérique est un **modèle numérique/virtuel dynamique** et auto-évolutif ou une simulation d'un sujet ou d'un objet réel (pièce, machine, processus, être humain, etc.) représentant **l'état exact de son jumeau physique** à un moment donné via l'échange de **données en temps réel** et la conservation de **données historiques**. Ce n'est pas seulement le jumeau numérique qui imite son jumeau physique, mais tout changement dans le jumeau numérique est également imité par le jumeau physique. (Singh & al, 2021)

JUMEAUX NUMÉRIQUES

DEFINITION

Un jumeau numérique est un **modèle numérique/virtuel dynamique** et auto-évolutif ou une simulation d'un sujet ou d'un objet réel (pièce, machine, processus, être humain, etc.) représentant **l'état exact de son jumeau physique** à un moment donné via l'échange de **données en temps réel** et la conservation de **données historiques**. Ce n'est pas seulement le jumeau numérique qui imite son jumeau physique, mais tout changement dans le jumeau numérique est également imité par le jumeau physique. (Singh & al, 2021)



jumeau virtuel

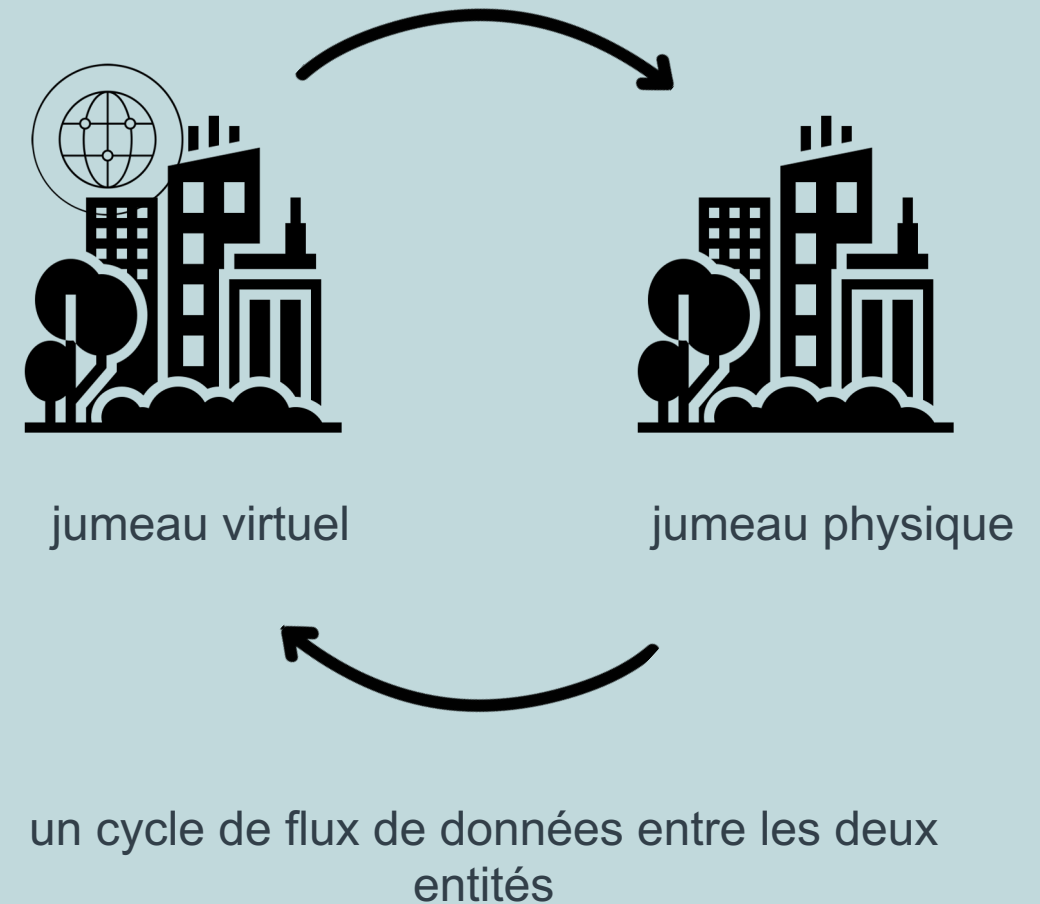


jumeau physique

JUMEAUX NUMÉRIQUES

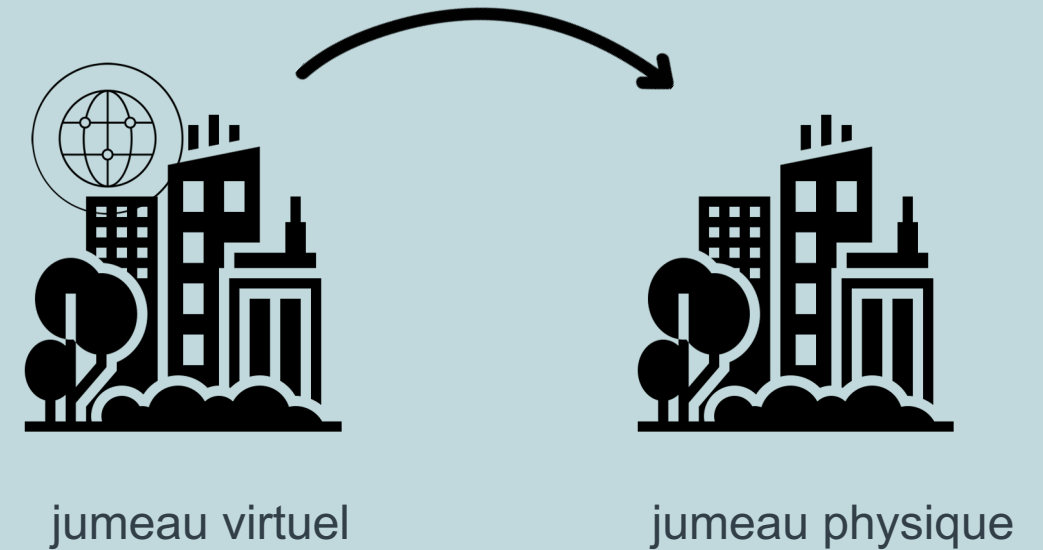
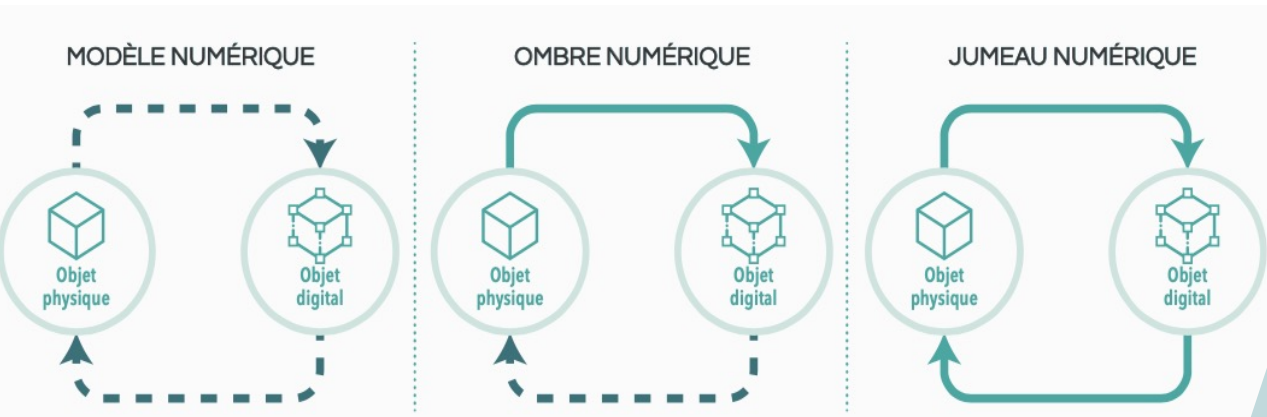
DEFINITION

Un jumeau numérique est un **modèle numérique/virtuel dynamique** et auto-évolutif ou une simulation d'un sujet ou d'un objet réel (pièce, machine, processus, être humain, etc.) représentant **l'état exact de son jumeau physique** à un moment donné via l'échange de **données en temps réel** et la conservation de **données historiques**. Ce n'est pas seulement le jumeau numérique qui imite son jumeau physique, mais tout changement dans le jumeau numérique est également imité par le jumeau physique. (Singh & al, 2021)



JUMEAUX NUMÉRIQUES

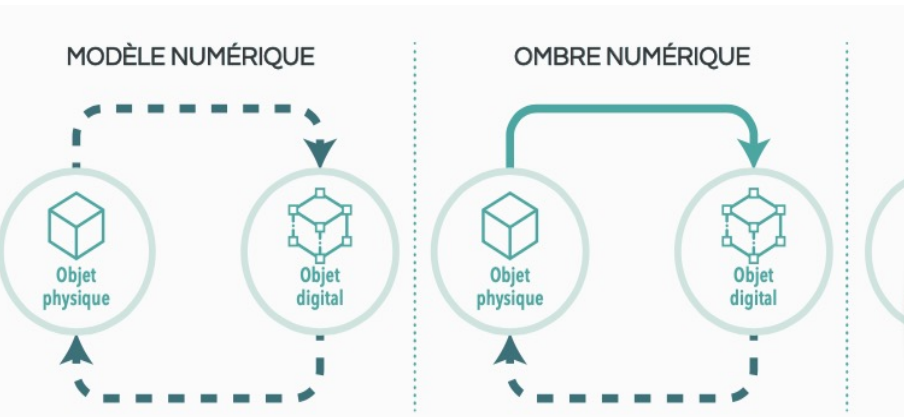
DEFINITION



un cycle de flux de données entre les deux entités

JUMEAUX NUMÉRIQUES

DEFINITION



Un jumeau numérique territorial unique n'existe pas
 =
 Système fédéré de jumeaux numériques



jumeau physique



de flux de données entre les deux entités

JUMEAUX NUMÉRIQUES

NIVEAUX D'INTEGRATION

0

Capture de la réalité

1

Cartographie 2D-3D basique

2

Données historiques

3

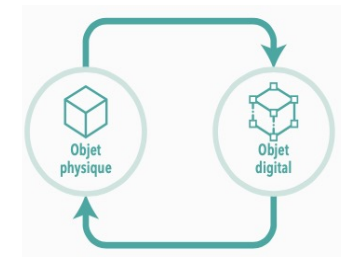
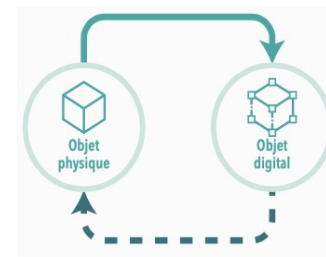
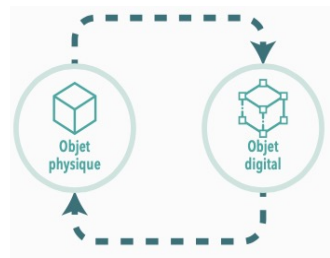
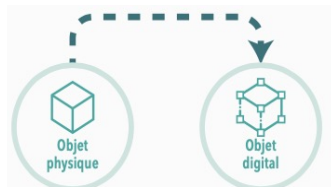
Données en temps réel

4

Intégration et interactions bi-directionnelles

5

Operation et maintenance automatisées



JUMEAUX NUMÉRIQUES

AVANTAGES POUR LES TERRITOIRES

Meilleure interopérabilité > integration de modèles (IA) pour refléter la complexité des territoires

PREDICTIF

Amélioration de la planification des scénarios à long terme pour éclairer les décisions (d'investissement)

REACTIF

Améliorer l'intervention en temps réel ou quasi réel et le bon fonctionnement quotidien sur le territoire

Explorer quand il est risqué, compliqué ou coûteux d'expérimenter
Amélioration de la gouvernance publique
Améliorer la gestion et les opérations en vue de politiques urbaines durables
→ **meilleure qualité de vie pour les citoyens**

Urbanisme

Prise de decision pandémie

Résilience territoriale

Mobilité

Prédictions inondations

Efficience énergétique

Collaboration acteurs

Une multitude d'usages et de thématiques

Monitoring

Agriculture de précision

Gestion de crise

Economies d'énergie

Suivi incendies

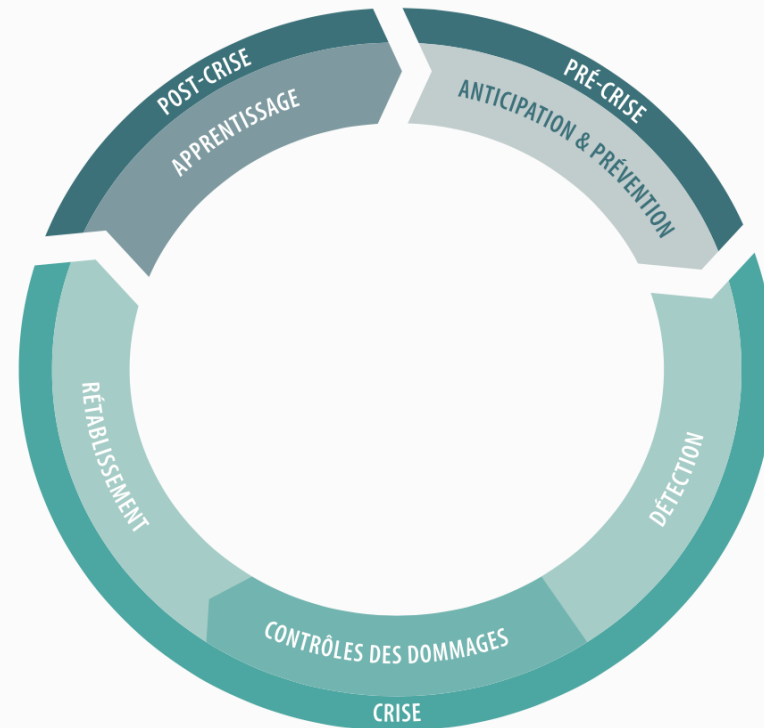
Renovation bâtiments

Planification territoire

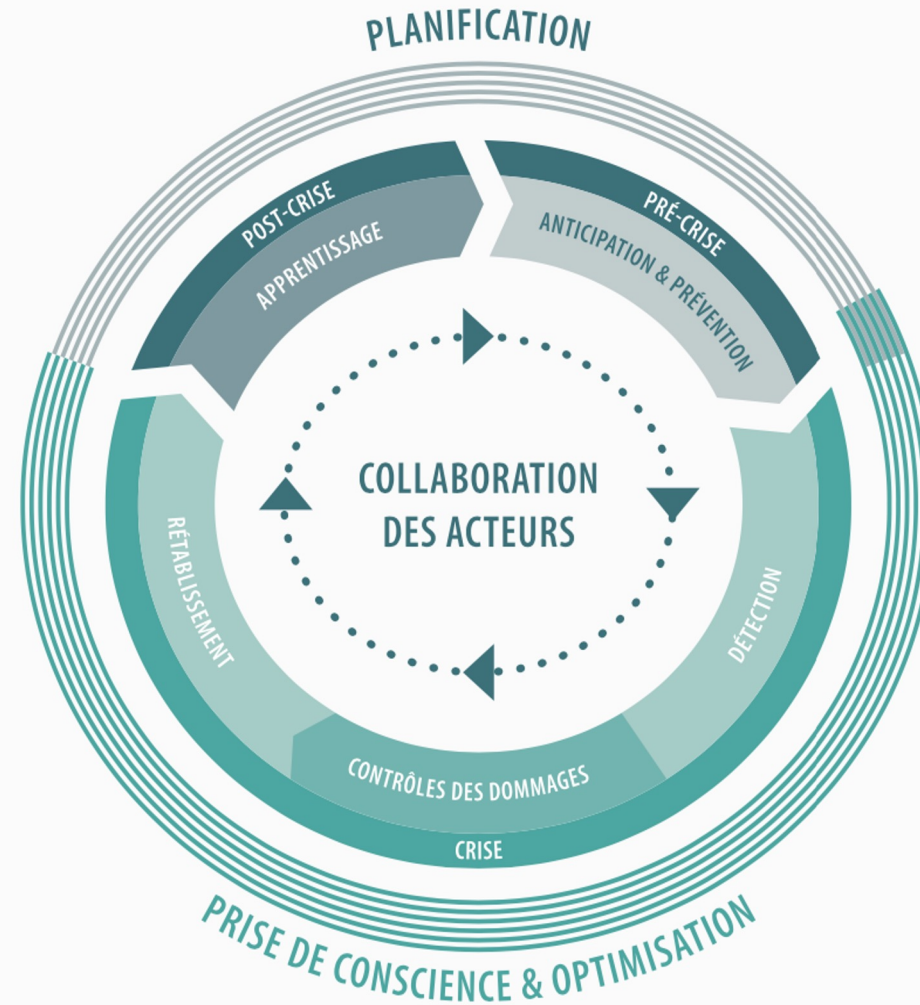
Santé

Qualité de l'air

JUMEAUX NUMÉRIQUES ET GESTION DE CRISE

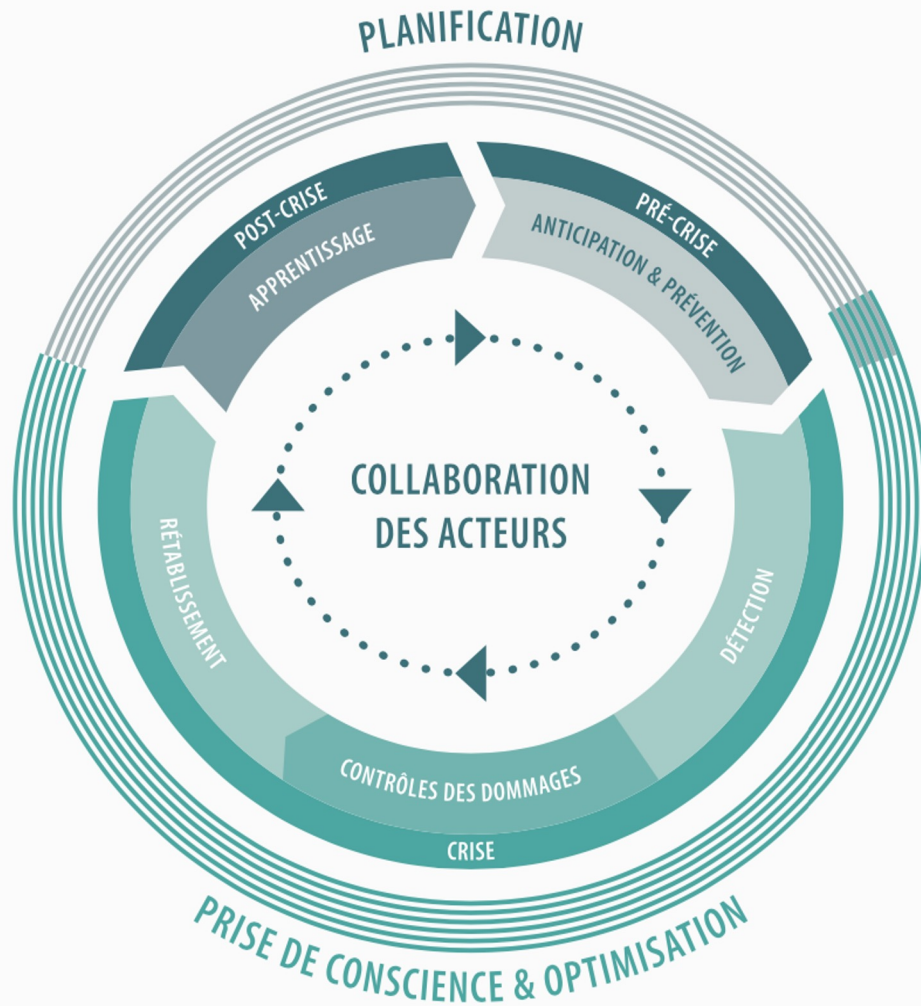


JUMEAUX NUMÉRIQUES ET GESTION DE CRISE



CYCLE DE GESTION DE CRISE

PLANIFICATION

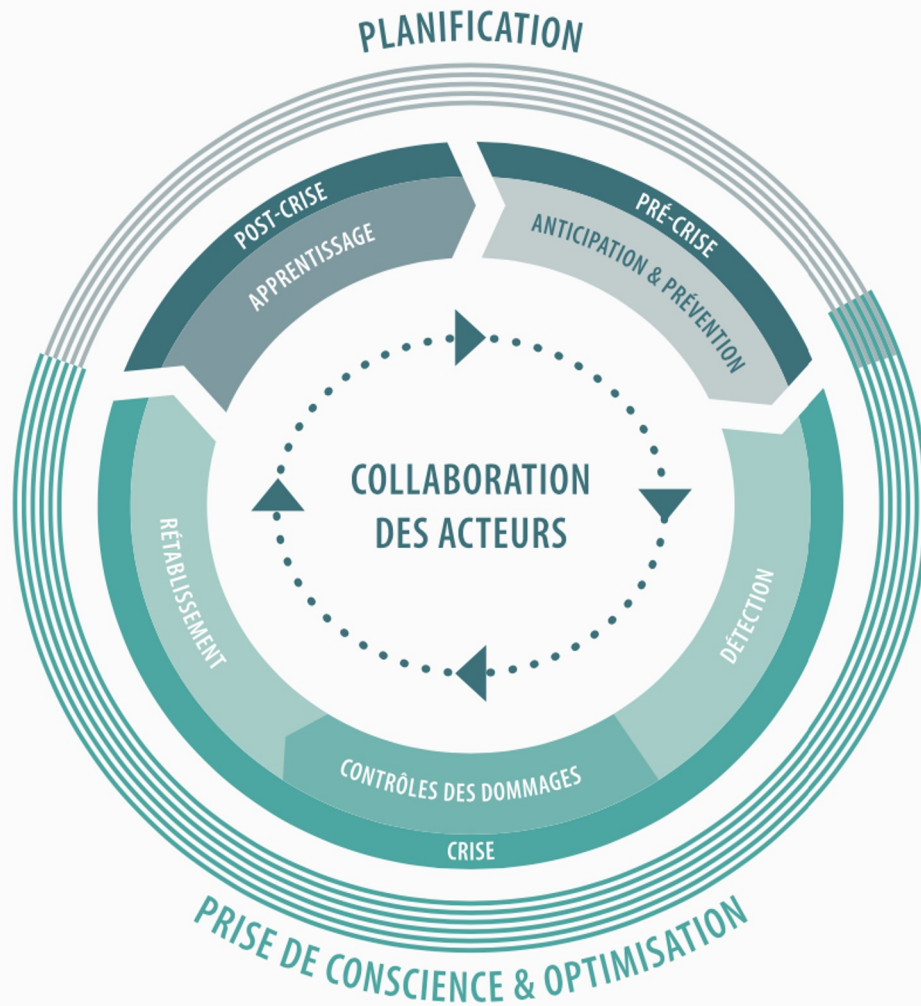


Logique de d'anticipation et de formation

- Identifier les lieux vulnérables
- Appréhender le(s) problème(s) et besoin(s)
- Identifier les possibilités, les opportunités et les ressources à disposition
- Lister les parties prenantes et le matériel nécessaires
- Veiller à ce que toutes les parties prenantes soient préparées aux catastrophes par le biais de formations et d'exercices
- Anticiper autant que possible la hiérarchisation des ressources à déployer pendant la crise

CYCLE DE GESTION DE CRISE

PLANIFICATION



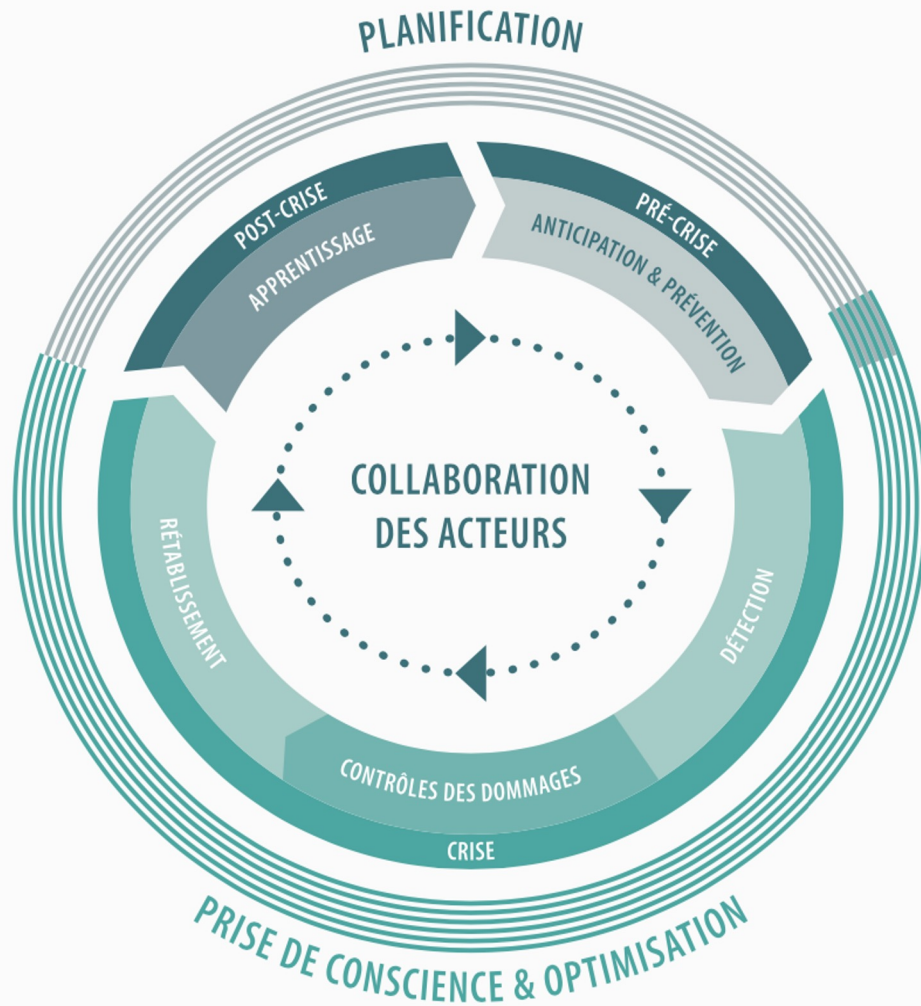
Logique de d'anticipation et de formation

- Identifier les lieux et les personnes impliquées ;
- Appréhender les risques et les impacts ;
- Identifier les ressources disponibles et les besoins ;
- Lister les personnes et les moyens et ressources nécessaires ;
- Veiller à ce que les ressources nécessaires soient disponibles et que les personnes soient formées et préparées au moment de la crise ;
- Anticiper autant que possible la hiérarchisation des ressources à déployer pendant la crise

Ce que l'on veut faire, comment le faire et quels moyens et ressources utiliser pour le faire

CYCLE DE GESTION DE CRISE

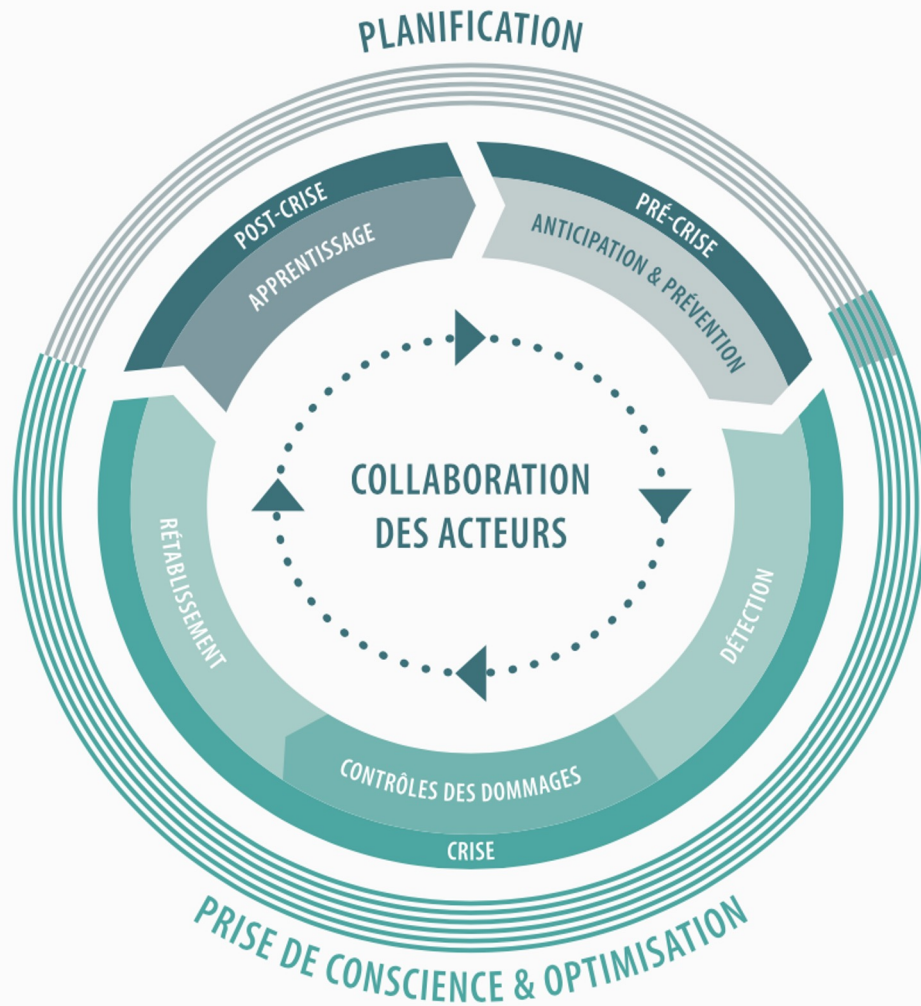
CONSCIENCE ET OPTIMISATION



- Comprendre ce qu'il s'est passé
- Anticiper les blocages potentiels
- Identifier les stratégies de réponse les plus efficaces
- Optimiser la gestion des ressources, potentiellement limitées, pour garantir un rétablissement de la situation le plus rapidement possible.

CYCLE DE GESTION DE CRISE

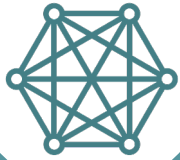
COLLABORATION ACTEURS



- Etablir un lien entre plusieurs acteurs
- Résoudre les problèmes d'asymétrie de l'information
- Planifier de manière ordonnée
- Répartir raisonnablement les tâches
- Fournir un feedback constant

LIMITES

COMPLEXITE TERRITOIRES



- Territoire n'est pas un système automatisé
- Activités économiques et politiques
- Interactions et normes sociales (lois, culture, dynamiques)

- Disponibilité (ex. Big Data, données en temps réel) – risque infrastructure
- Qualité (incl. identification et transformation)
- Maturité technologiques



DONNEES

GOVERNANCE



- Définition défis et utilisation
- Partage de l'information
- Transparence (craintes)

CONCLUSION

Les jumeaux numériques ont assurément un **potentiel intéressant dans la gestion de crise**, et plus globalement, dans la **gouvernance d'un territoire**.

MAIS

ils ne doivent **pas** être envisagés comme **une quête ultime**, mais plutôt comme **une option parmi d'autres**, peut-être moins consommatrice de données, **pour atteindre des objectifs de durabilité et de résilience territoriale**.



INTRODUCTION

LE SMART CITY INSTITUTE, DEFINITION



JUMEAUX NUMÉRIQUES ET GESTION DE CRISE

DEFINITIONS ET LIEN ENTRE LES DEUX CONCEPTS



DISCUSSION ET CAS D'USAGES

ROLAND BILLEN, GEOMATICS ULIÈGE



Q&A - CONCLUSION



Développement de jumeaux numériques: un retour d'expérience sur les enjeux

Roland BILLEN

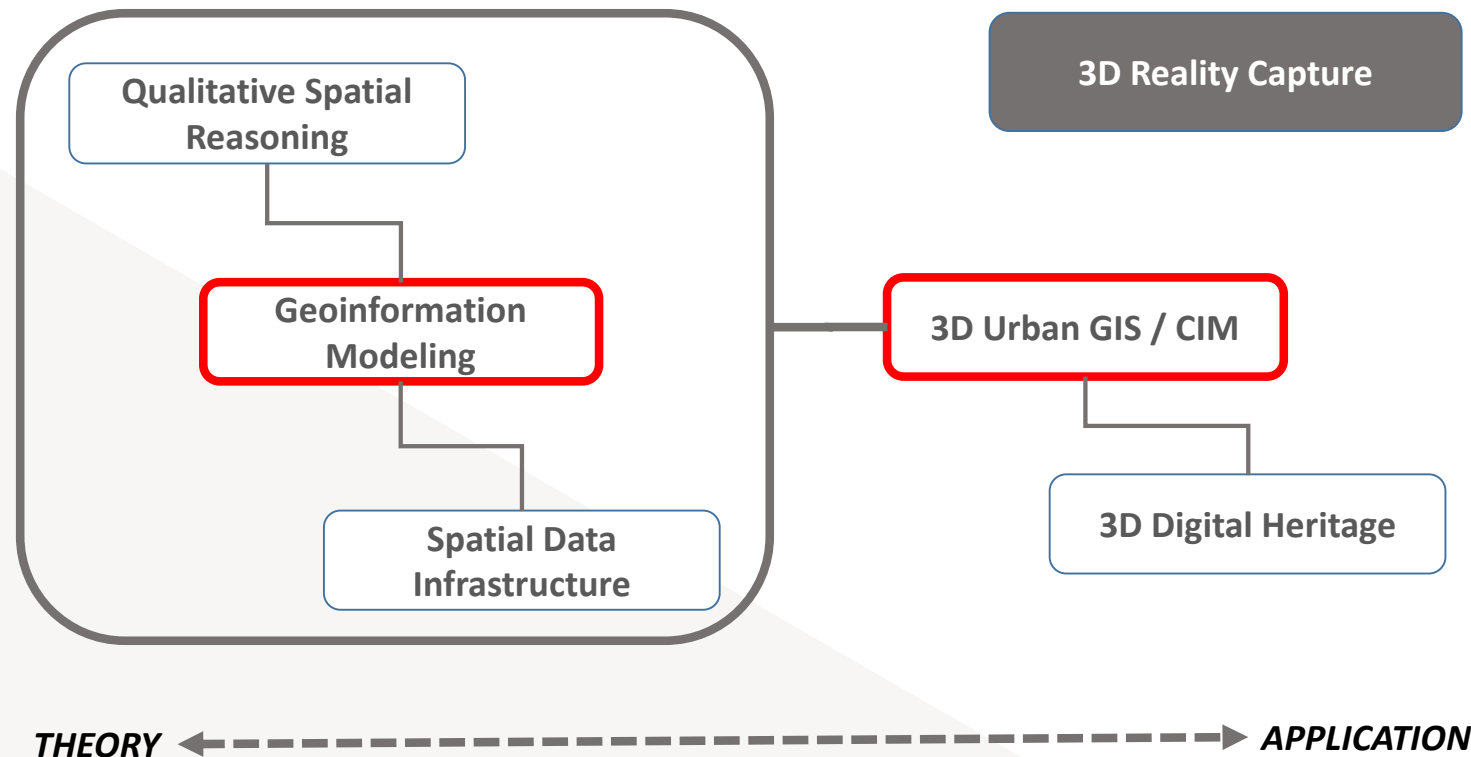
WEBINAIRE Jumeaux numériques
Outils pour la gestion de crise sur les territoires ?
SmartCity Institute, le 28/11/2023

CONTENU DE LA PRÉSENTATION

1. Le GeoScITY Lab
2. Notre trajectoire « jumeau numérique »
3. Enjeux du développement d'un jumeau numérique urbain
4. Conclusions

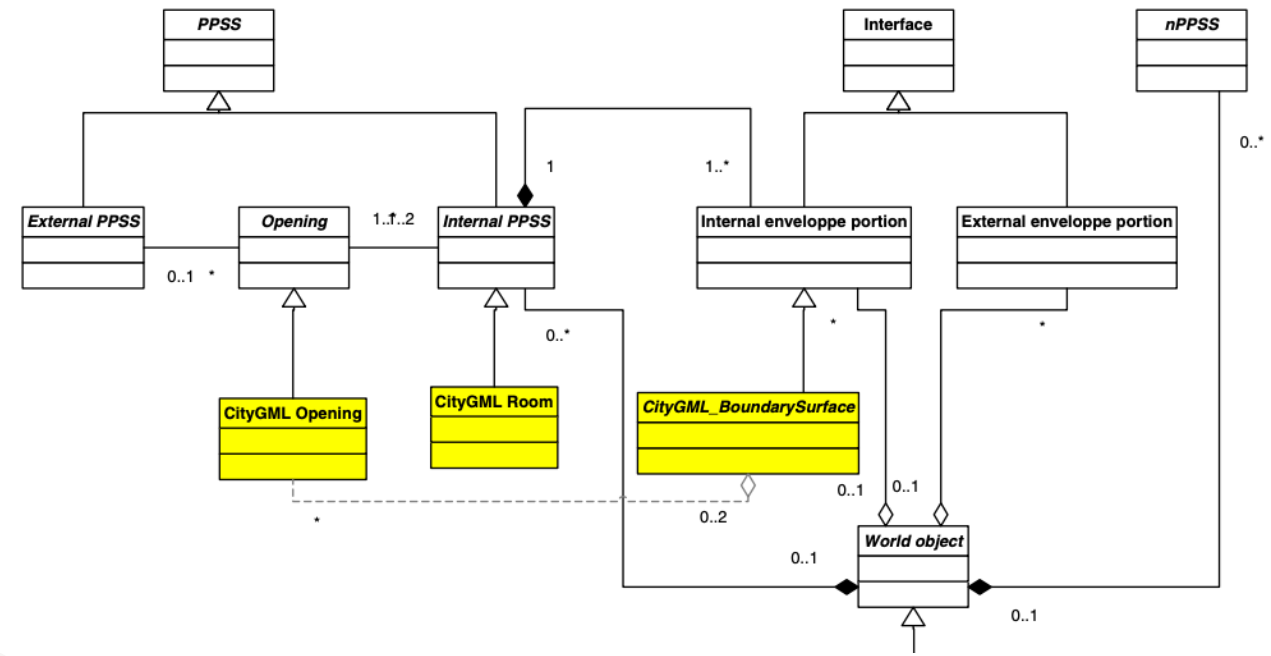
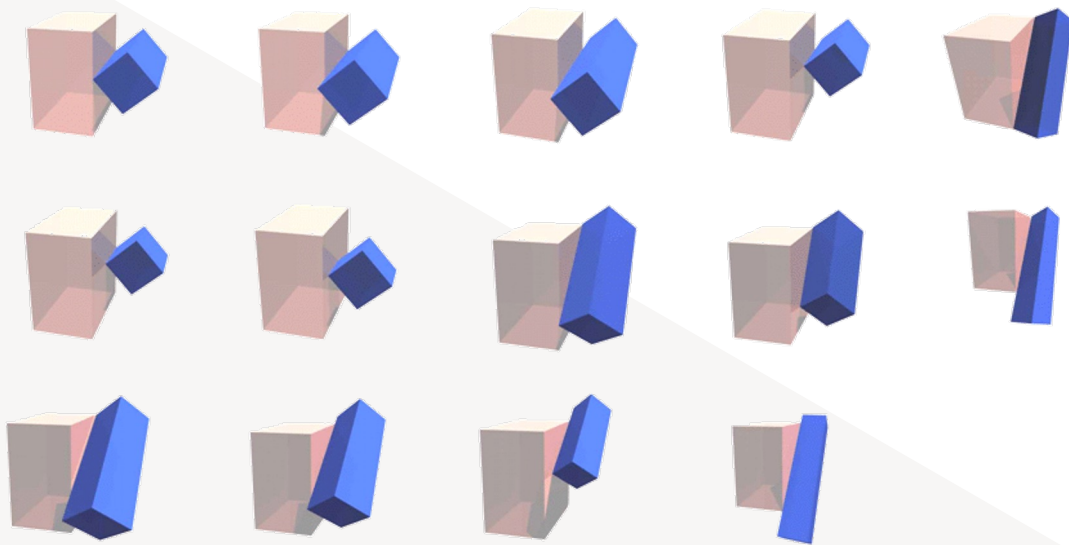
GEOSCITY LAB

- ▶ **Geospatial Data Science and City Information Modelling**
- ▶ Nouveau nom de notre groupe de recherche au sein de l'Unité de Géomatique

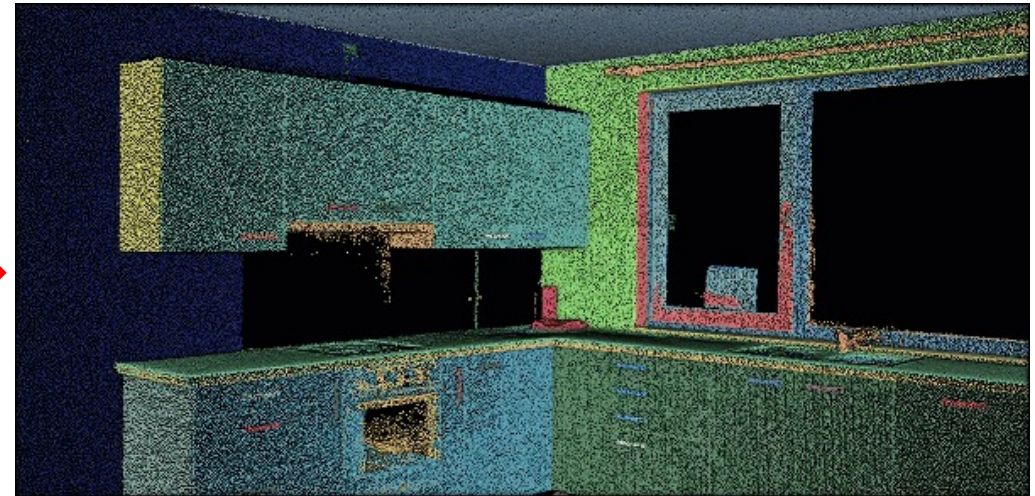
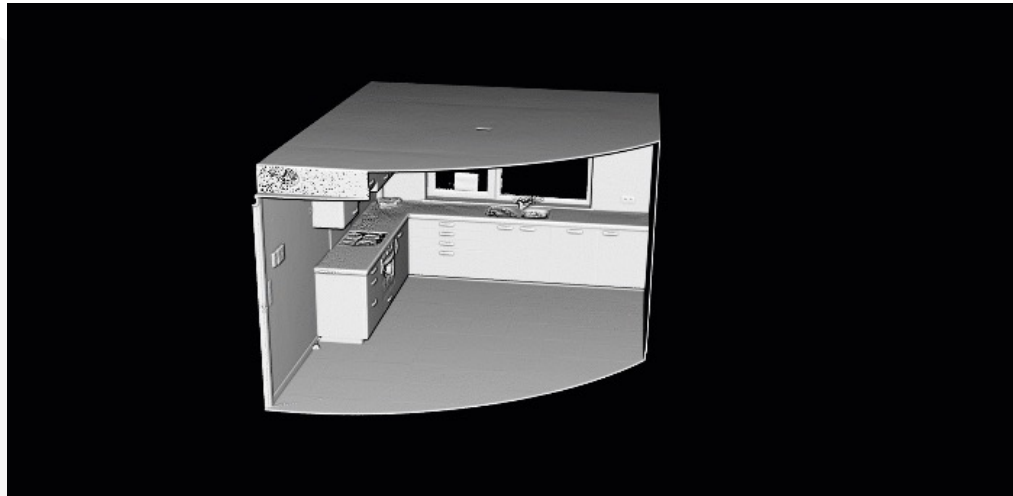


NOTRE TRAJECTOIRE « JUMEAU NUMÉRIQUE »

► Tout débute par une thèse sur les SIG 3D urbain (1998-2002) ...



NOTRE TRAJECTOIRE « Jumeau Numérique »



NOTRE TRAJECTOIRE « JUMEAU NUMÉRIQUE »

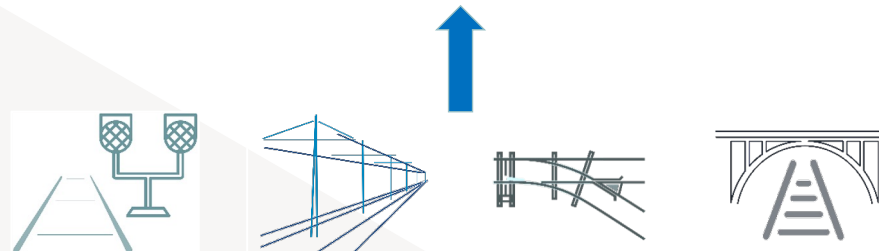
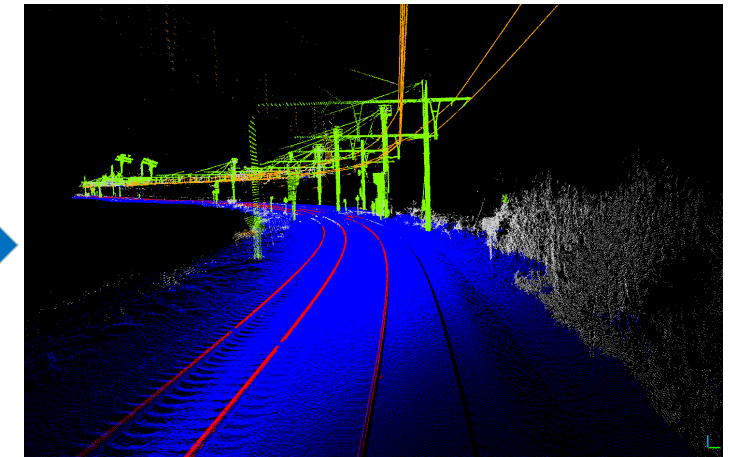
LiDAR data collection, EM130 vehicle Belgium



Colorized 3D points clouds



3D point clouds with semantic labels

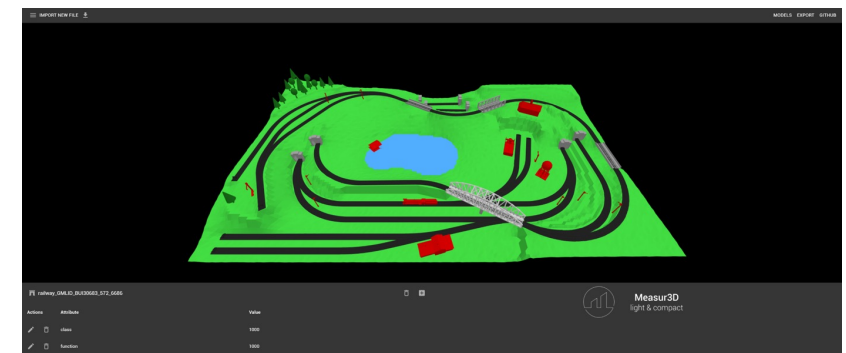


Semantic information's introduced using machine and deep learning

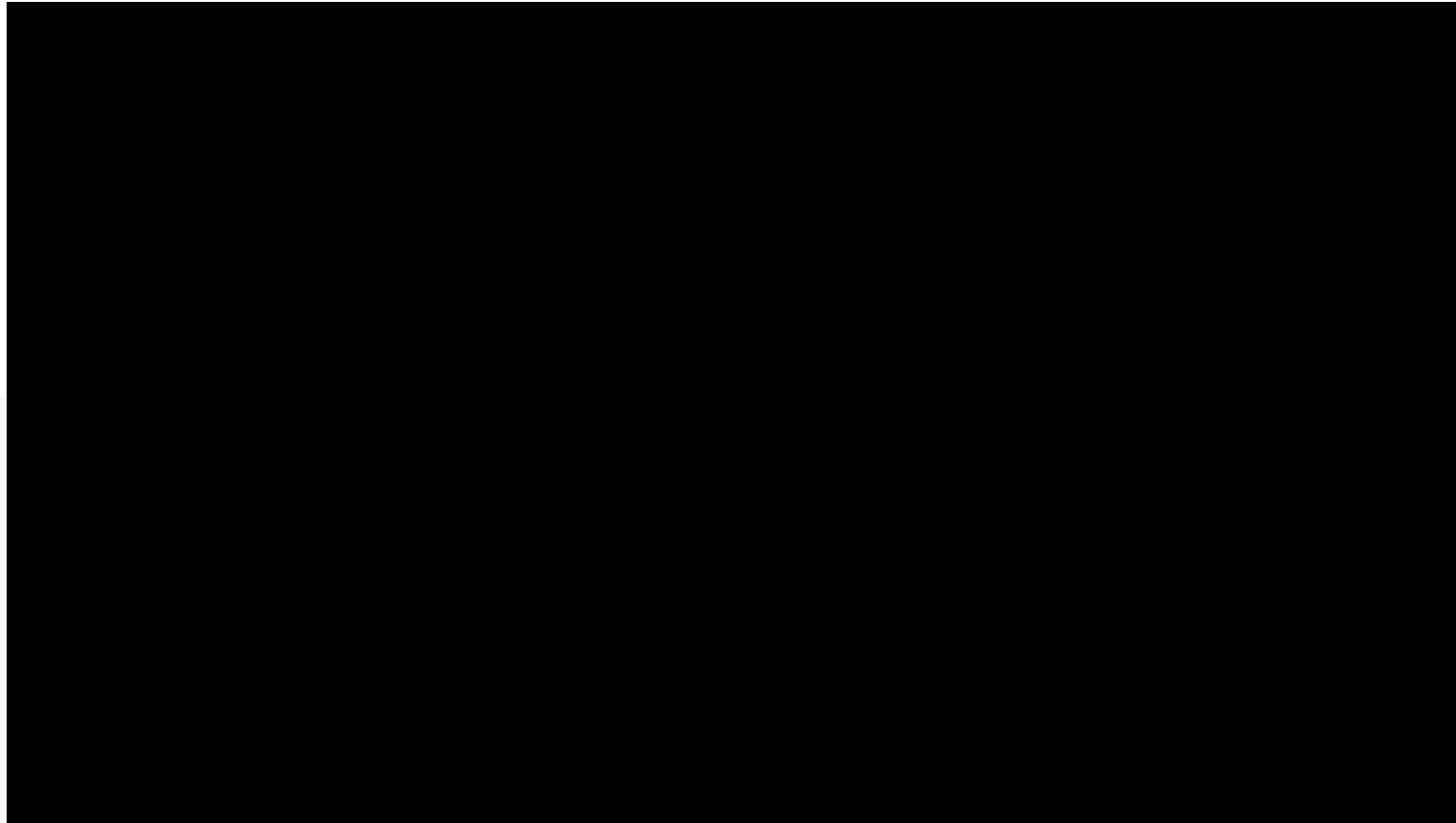
NOTRE TRAJECTOIRE « JUMENTO NUMÉRIQUE »



CityGML
 {  }
 CityJSON

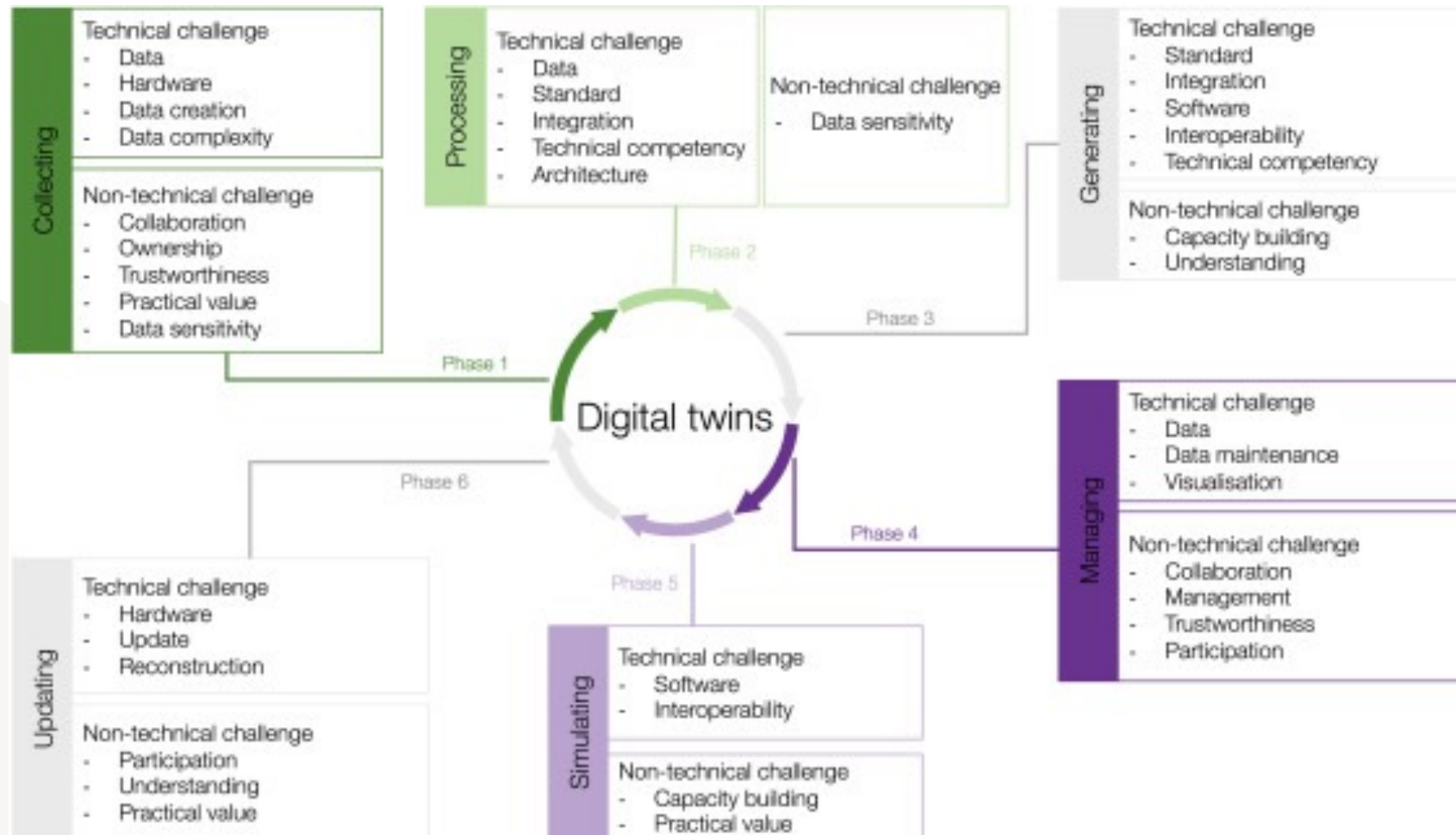


NOTRE TRAJECTOIRE « Jumeau NUMÉRIQUE »



CATÉGORISATION DES ENJEUX

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



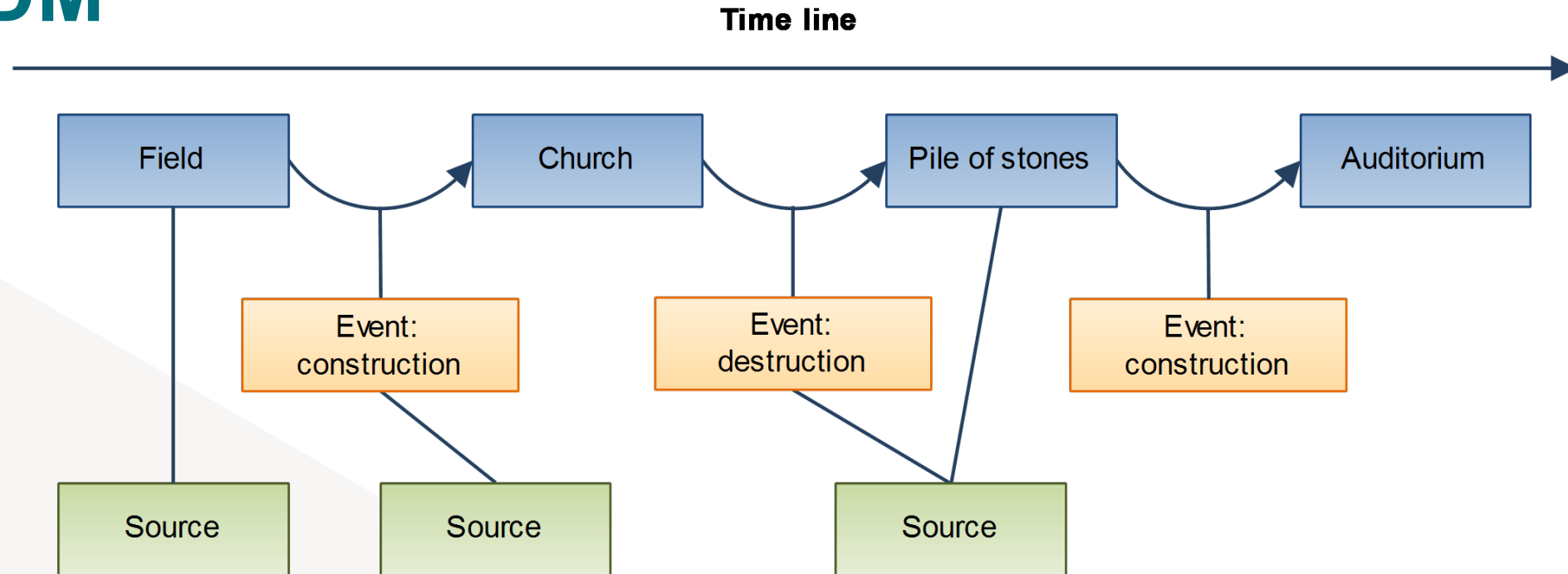
COMPLEXITÉ DES TERRITOIRES (1)

- ▶ « ... modélisation des différentes infrastructures du territoire... attention à ne pas trop simplifier... le premier défi consiste donc à appréhender les différentes couches d'infrastructures qui sont interconnectées et agissent l'une sur l'autre dans une dynamique non-linéaire » (rapport introductif d'Audrey Lebas)
- ▶ Ce sont ces interconnexions qui font l'intérêt du jumeau numérique
 - Mise en commun, un partage ...
 - À contre-courant des traditionnels effets « silos »
 - Interopérabilité → voir DATA (1)
- ▶ On est donc bien loin d'une simple visualisation (effet « gaming »), ou d'une nouvelle solution logicielle ... c'est un changement profond → voir GOUVERNANCE

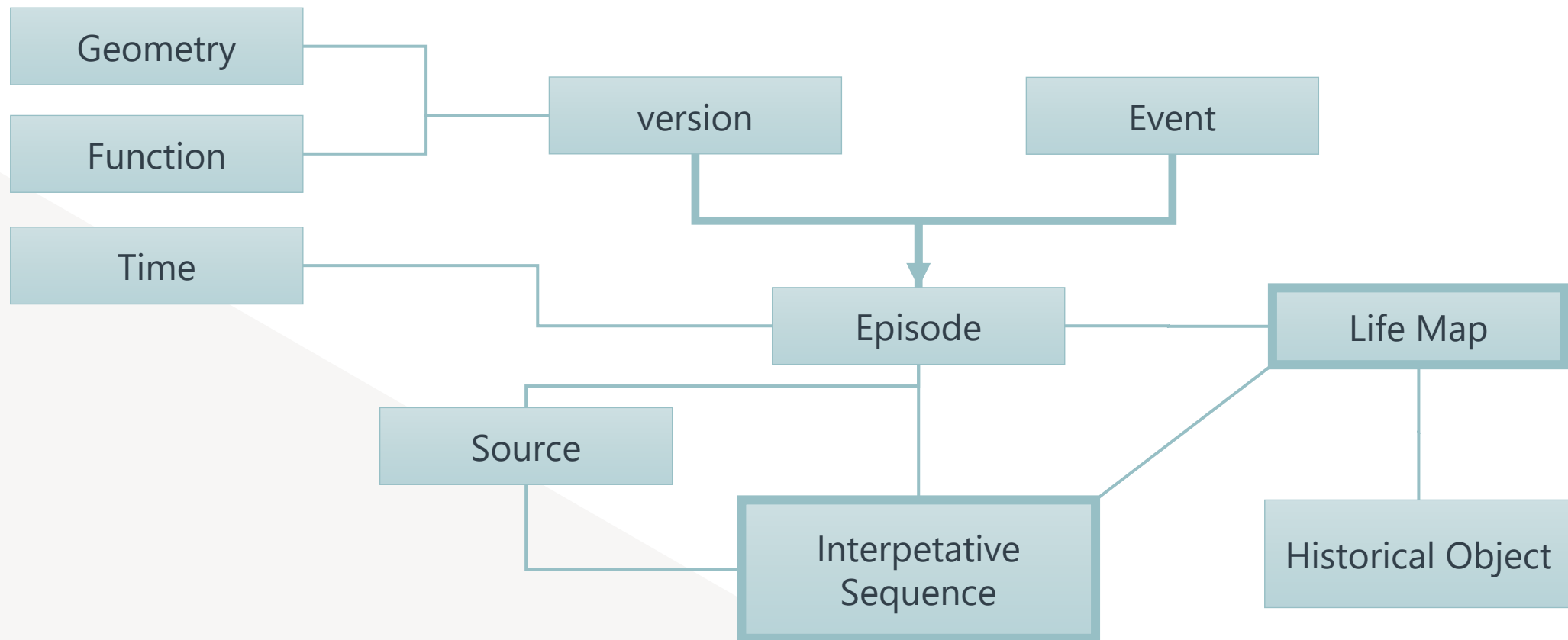
COMPLEXITÉ DES TERRITOIRES (2)

- ▶ « ... on néglige souvent l'importance des interactions et normes sociales, des lois, de la culture, de l'histoire ou des dynamiques politiques au sein d'un territoire ... il sera donc primordial de pouvoir intégrer une variable comportementale... » (rapport introductif d'Audrey Lebas)
- ▶ Fait écho à nos R&D en patrimoine et archéologie ... Il faut apporter de la nuance, de l'incertitude, caractéristiques inhérentes aux aspects humains (Recherche MIDM)
- ▶ Préparation d'un manifeste contextualisant l'adoption de la notion de jumeau numérique en archéologie ... promouvoir le passage au numérique sans promettre la lune...



MULTIPLE INTERPRETATION DATA MODEL - MIDM



MULTIPLE INTERPRETATION DATA MODEL - MIDM

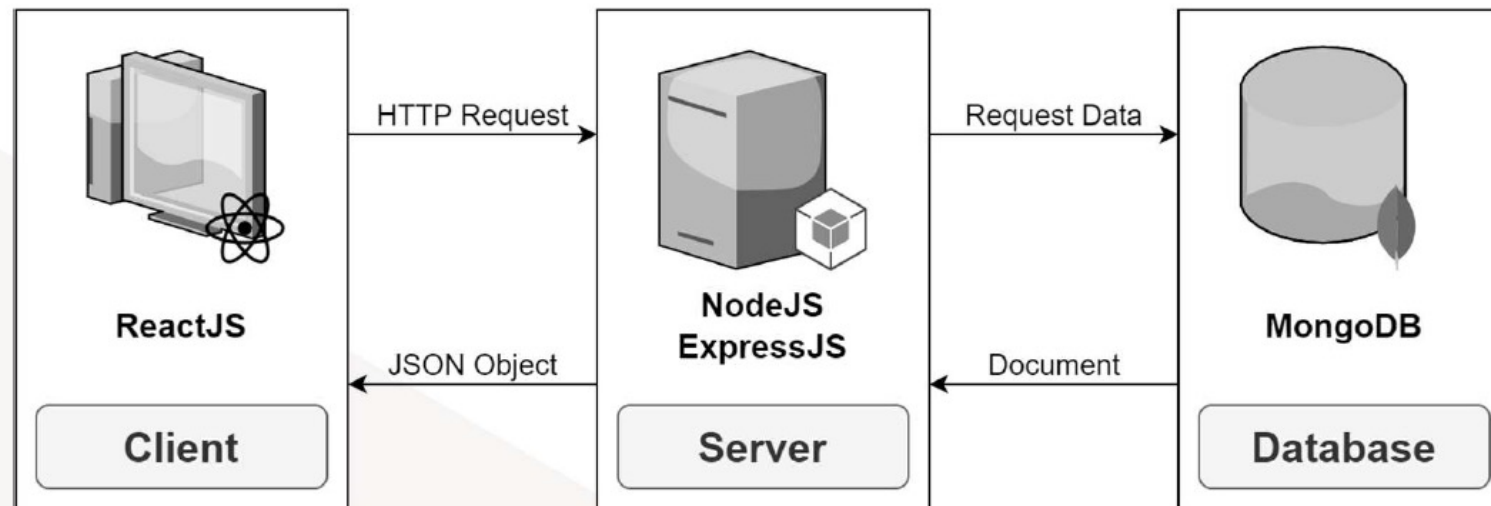


DONNÉES (1)

- ▶ « La standardisation des formats de données et leur interopérabilité, qui permettent une meilleure intégration, constituent donc un défi majeur » (rapport introductif d'Audrey Lebas)
- ▶ Amélioration des standards (CityGML 3.0, CityJSON)
 
- ▶ Accompagner la rencontre de plusieurs mondes (BIM et SIG)
- ▶ Développement de nouvelles architecture informatique plus proches de ces besoins complexes (Projet CERBERE : Architecture informatique basée CityJSON pour les jumeaux numériques urbains)

PLATEFORME 3D – PROJET CERBERE

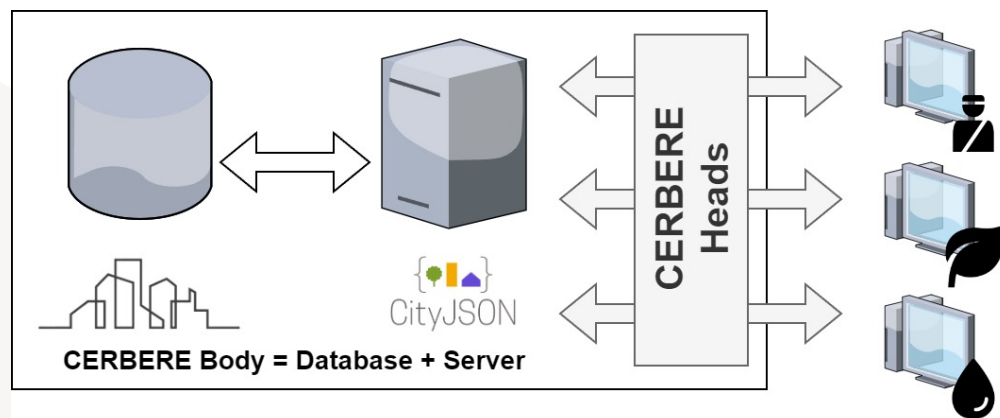
- ▶ Une application MERN (MongoDB, ReactJS, ExpressJS et NodeJS) pour gérer les fichiers CityJSON
- ▶ Garantie de logique et de qualité du modèle passe de la base de données vers le middleware



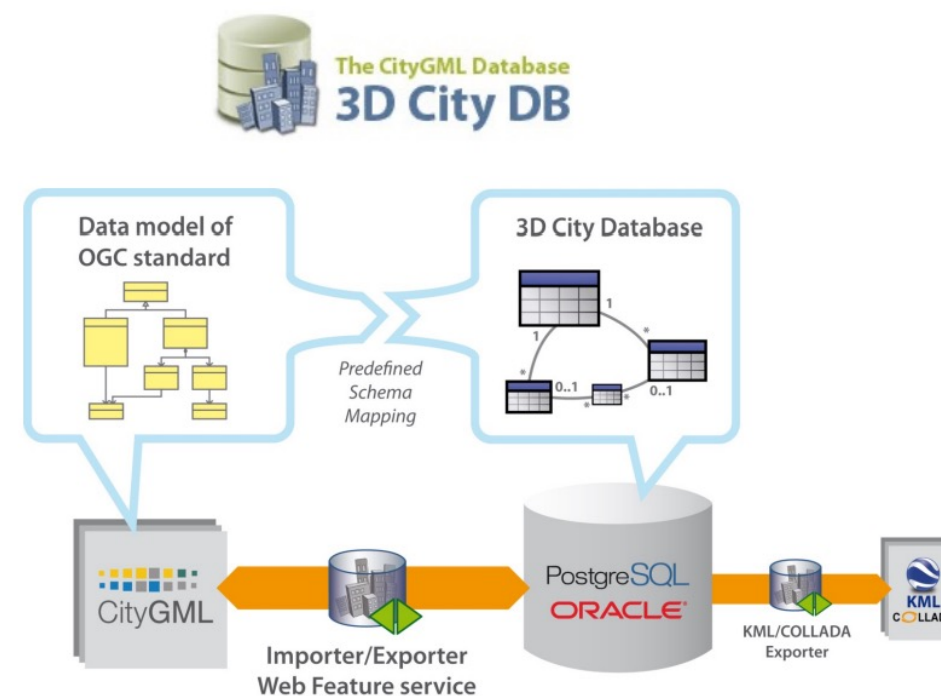
Nys, G.-A., & Billen, R. (2022). From consistency to flexibility: Handling spatial information schema thanks to a middleware in a 3D city modeling context. Transactions in GIS. doi:10.1111/tgis.13014 <https://hdl.handle.net/2268/299037>

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

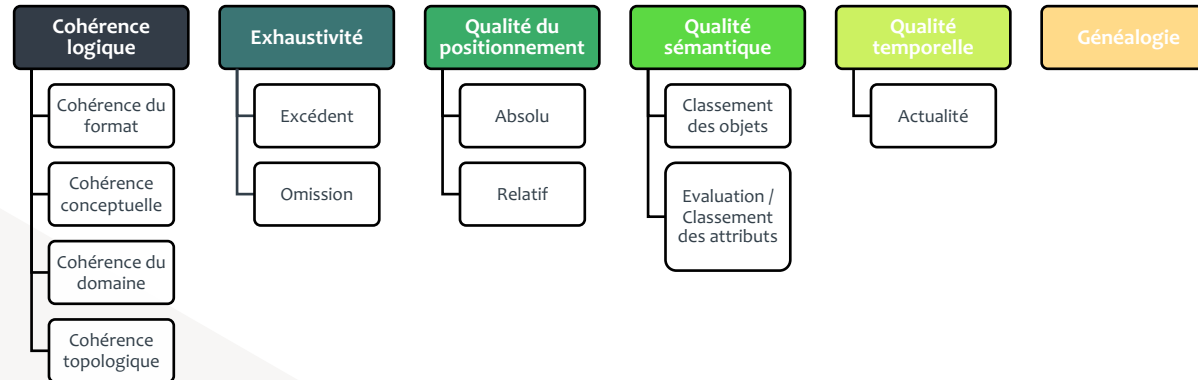


- Alternative ou complément au 3D CityDB



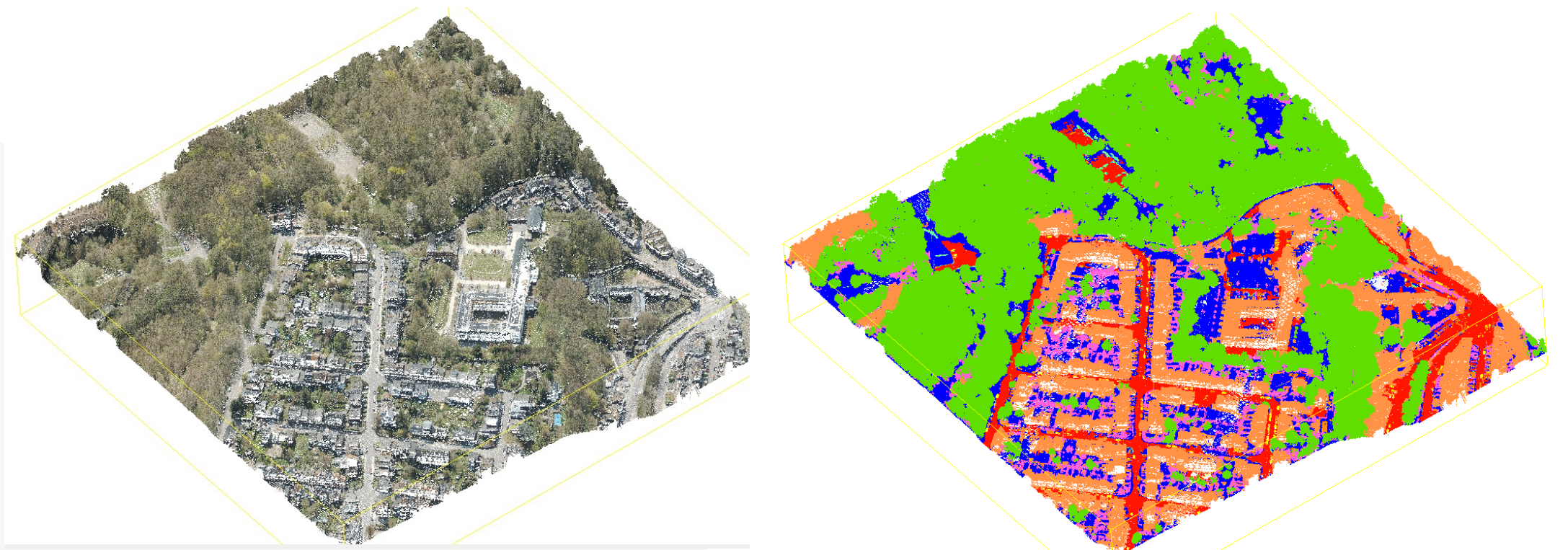
DONNÉES (2)

- ▶ « La disponibilité et la qualité des données utilisées est un enjeu majeur » (rapport introductif d'Audrey Lebas)
- ▶ Culture de la qualité des données (notamment géospatiales)



- ▶ Création des données géospatiales par l'IA (Projet SEM3D) ... solution pour la mise à jour des données

SEM3D - OBTENTION D'OBJETS SÉMANTIQUES 3D POUR LES APPLICATIONS URBAINES



- Buildings
- High Vegetation
- Traffic Roads
- Cars
- Bridge
- Walls
- Ground
- Unclassified
- Footpath

SEM3D - OBTENTION D'OBJETS SÉMANTIQUES 3D POUR LES APPLICATIONS URBAINES



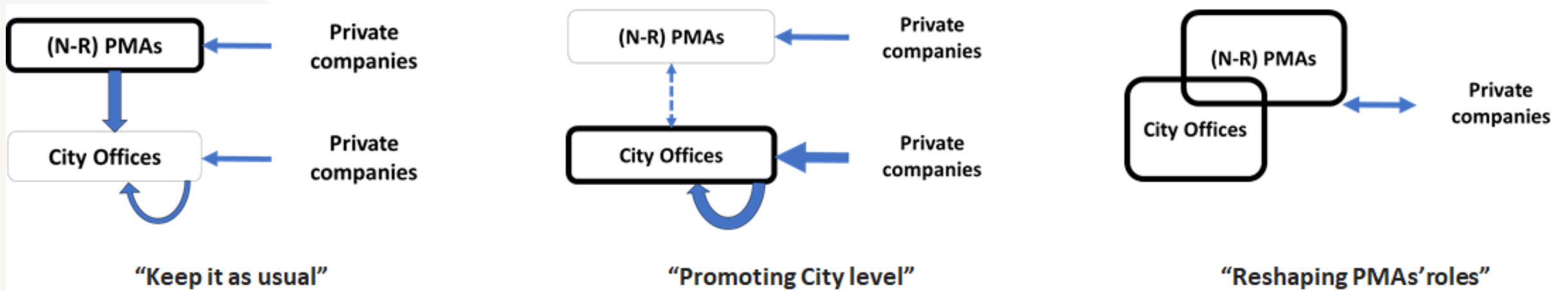
GOVERNANCE

- ▶ *« Nous pensons que la technologie nécessaire pour résoudre ces problèmes sera disponible bien plus tôt que les changements culturels indispensables pour adopter et utiliser pleinement la technologie » (rapport introductif d'Audrey Lebas)*
- ▶ **C'est effectivement le cas ... les jumeaux numériques urbains les plus aboutis (donc actuellement rarement au-dessus des niveaux 2 et 3 définis dans le rapport) bénéficient souvent d'une profonde réorganisation administrative et de gouvernance.**
- ▶ **LE FREIN MAJEUR**

GOVERNANCE

“Digital Twin Hype: Threat or Opportunity for PMAs?”. Billen, Roland; Jeddoub, Imane; Macq, Hadrien, EuroSDR/AGILE 2023 Workshop - How can GI science advance the value of city-level and nationwide Digital Twins?

Bucher B., Stoter J., Ellul C., Billen R., De Lathouwer B., Ollson P. “How can GI science advance the value of city-level and national Digital Twins?” AGILE Pre-Conference Workshop organized by EuroSDR, June 13th 2023 - Delft, Netherlands



- ▶ La gestion des crises et catastrophes est un des cas d'application où la mise en place et l'utilisation de jumeau numérique sont les plus convainquant
 - Complexité des situations
 - Interconnexions et effets croisés
 - Temporalités multiples
 - Spatialités multiples
 - ...

- ▶ Les jumeaux numériques font naître de grandes attentes mais les défis sont nombreux à relever... surtout les défis non techniques...

Merci pour votre attention



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



INTRODUCTION

LE SMART CITY INSTITUTE, DEFINITION



JUMEAUX NUMÉRIQUES ET GESTION DE CRISE

DEFINITIONS ET LIEN ENTRE LES DEUX CONCEPTS



DISCUSSION ET CAS D'USAGES

ROLAND BILLEN, GEOMATICS ULIÈGE



Q&A - CONCLUSION





MERCI

Audrey Lebas
Chargée de recherche
Audrey.lebas@uliege.be

Roland Billen
Professeur
rbillen@uliege.be

