

Modéliser et visualiser la ville 4D

Vincent Jaillot, Sylvie Servigne, Gilles Gesquière

Laboratoire d'InfoRmatique en Image et Systèmes d'information



INSA



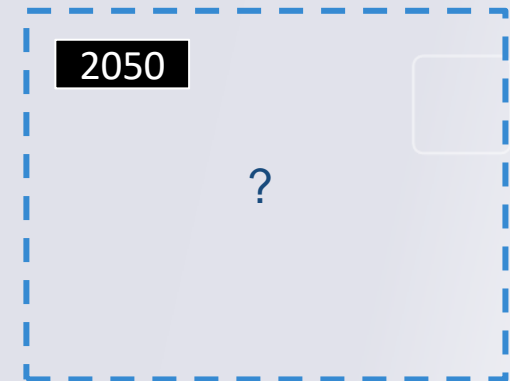
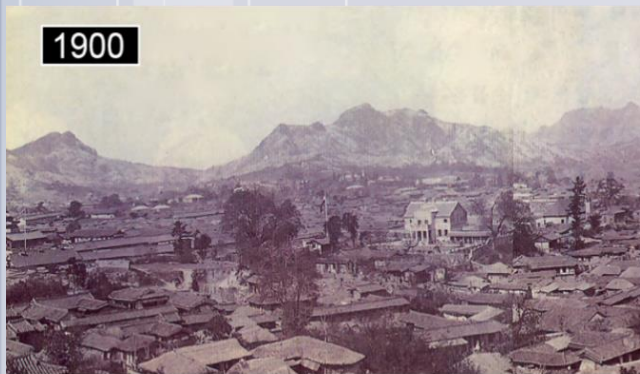
— université
— LUMIÈRE
— LYON 2



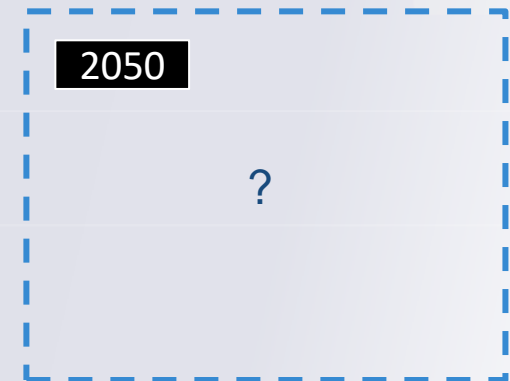
Contexte

■ Urbanisation – population en ville: 55% en 2018, 68% en 2050

Seoul, South Korea



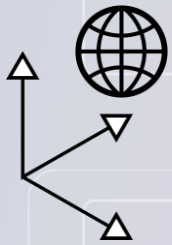
Abu Dhabi, United Arab Emirates



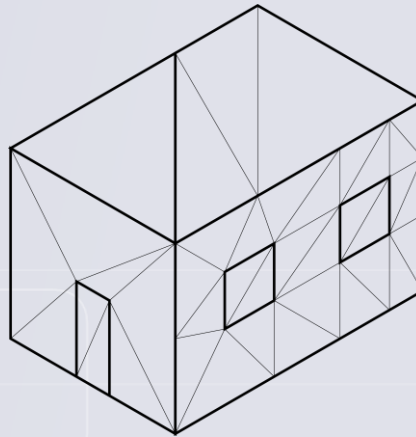
Source: <https://www.boredpanda.com/how-famous-city-changed-timelapse-evolution-before-after>

Ville numérique 3D - Modèles

- Représentée comme un ensemble d'**objets géographiques**
- Un objet **géographique**:
 - *"Representation of real world phenomenon associated with a location relative to the Earth."* Sources: OGC glossary, ISO 19104
 - Dimensions **géométrique** et **thématique** et **temporelle**



Système de coordonnées
géographiques



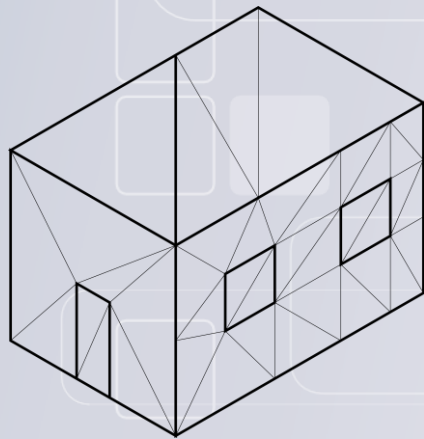
Géométries

type: bâtiment
propriétaire: John Doe
nombre d'étages: 1
usage: mairie
...

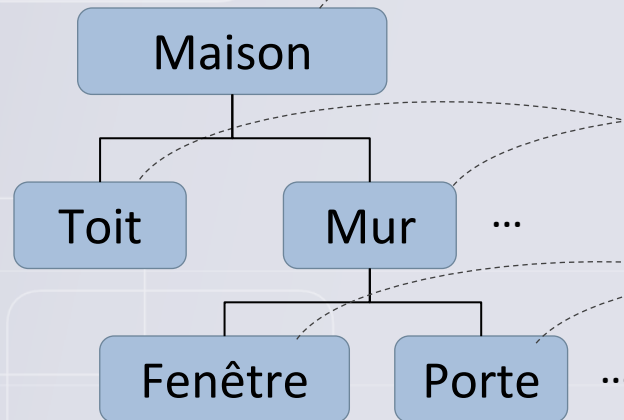
Thématique

Ville numérique 3D - Modèles

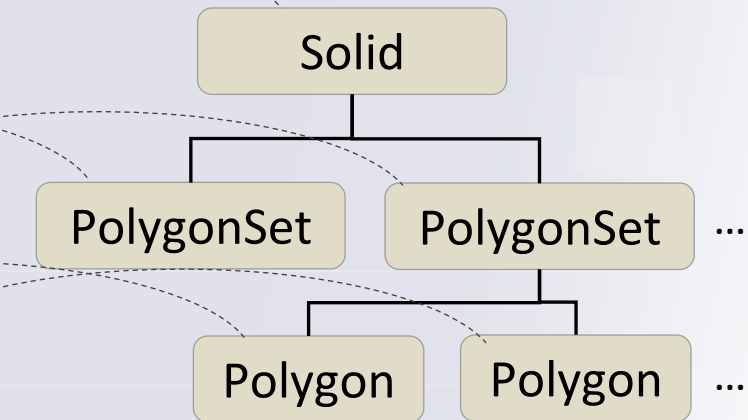
- Modèles structurés et hiérarchisés
- Plusieurs niveaux de granularité



Modèle thématique



Modèle géométrique



Ville numérique 3D – Contexte technologique

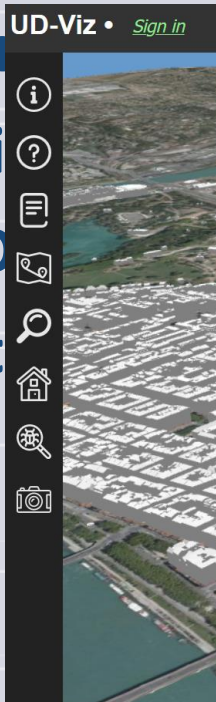
Ecosystème riche et récent

Star

Ci

3D

Out



Source: <https://www.arcorama.fr/2019/04/utiliser-lopen-data-et-arcgis-pour.html>

Dans cette présentation....

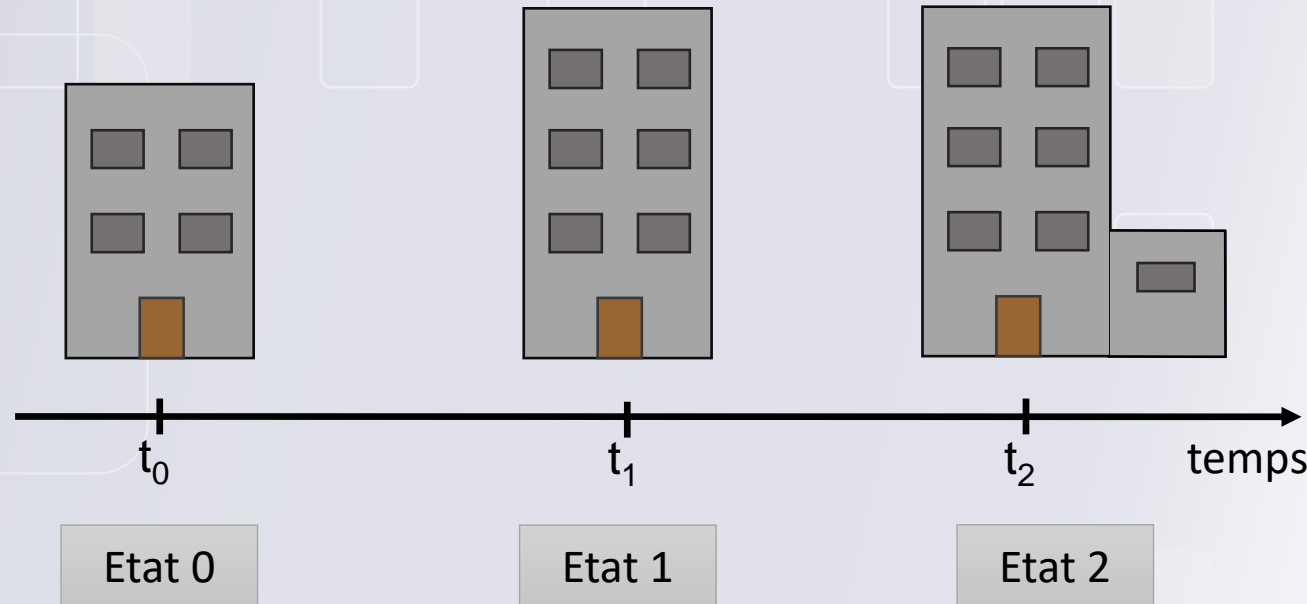
- **Comment formaliser la dimension temporelle des villes 3D pour leur visualisation sur le web ?**
- **Défis:**
 - Différents niveaux de granularité (espace et temps)
 - Importance du cycle de vie des objets
 - Gros jeux de données
 - Visualisation et navigation interactive
 - Contexte web

Modèles temporels – données géospatiales

- Typologie des modèles spatio-temporels pour les données géospatiales [Siabato *et al.*, 2018]

Modelling approach	Modelling approach	Modelling approach
Snapshot method	Semantic-based	Moving Objects
Time-stamping *	Event-based	Graphs-based
Base state amendment vectors *	Process-based	Lifespan-based
Space-time composite model *	Ontology-based	Agents-based
Domain-based modelling *	Feature-based (Entity-based)	Kinematics
Object-Oriented	Identity-based	Ontological foundations
	Conceptual modelling extensions	

Exemple modèles temporels

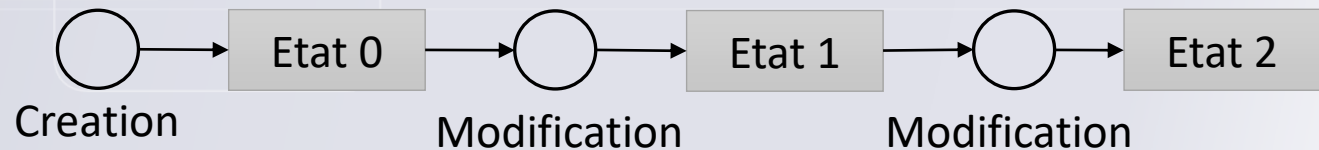


Snapshot method

[Yano et al. 2008, Schindler and Dellaert 2012, Dell'Unto et al. 2013, Rizvic et al. 2015]

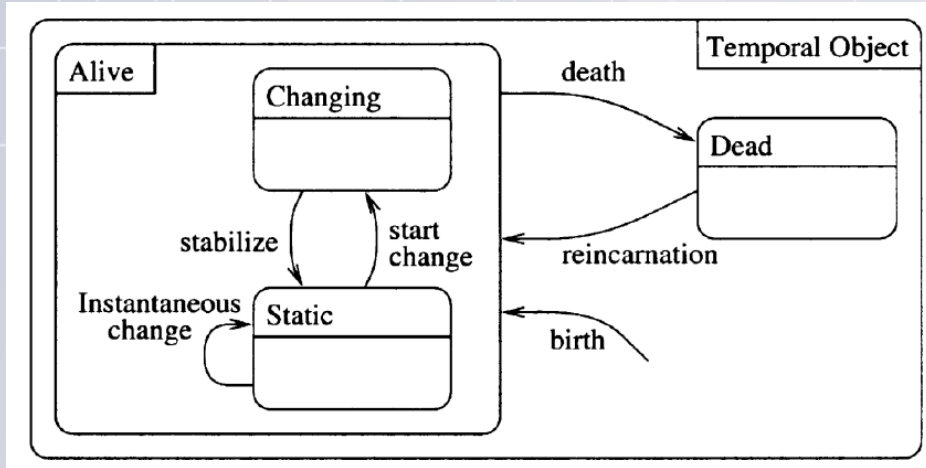
Graph-based

[De Luca 2010, Chaturvedi 2017]

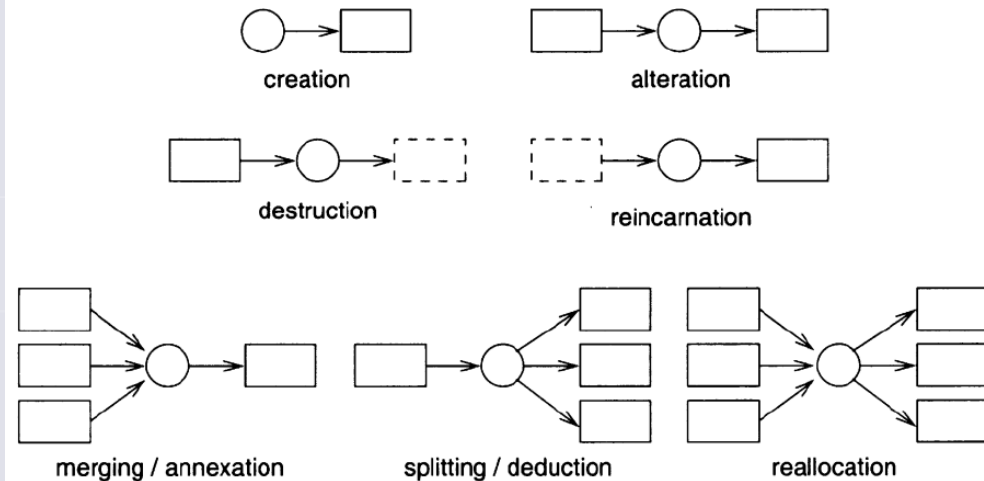


Modèle basé graph [Renolen, 2000]

Modèle générique (diagramme états -transitions)



Typologie des changements



Proposition

■ Proposition:

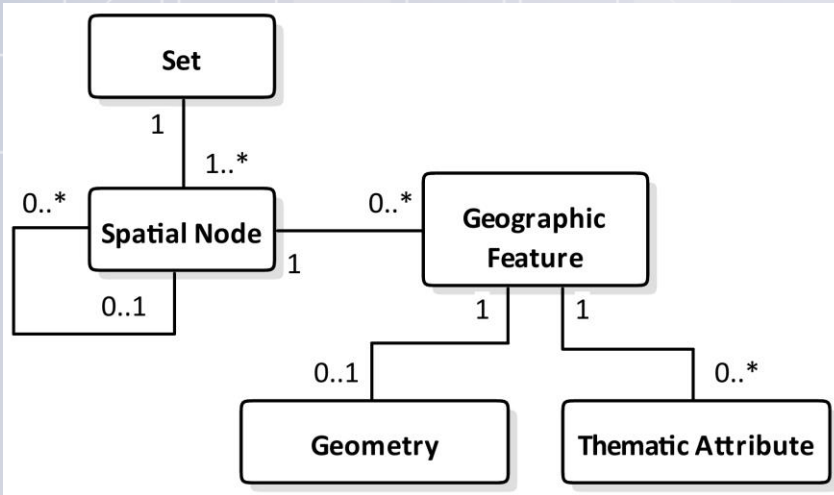
- Modèles pour l'échange et la visualisation de l'évolution des villes 4D sur le web

■ Méthodologie et contributions:

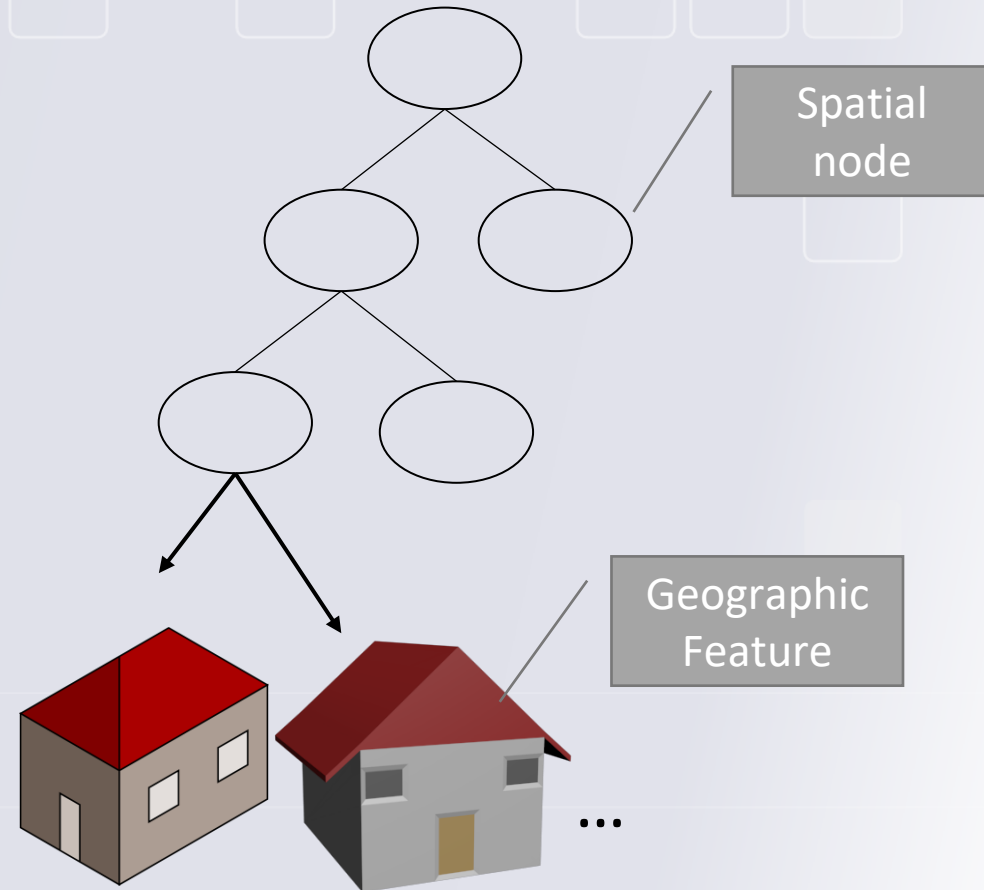
- Modèle générique 3D Tiles et i3s
- Formalisation et intégration dimension temporelle
- Spécification dans 3D Tiles
- Implémentation open source

Modèle générique – Villes 3D

Gen3DGeo

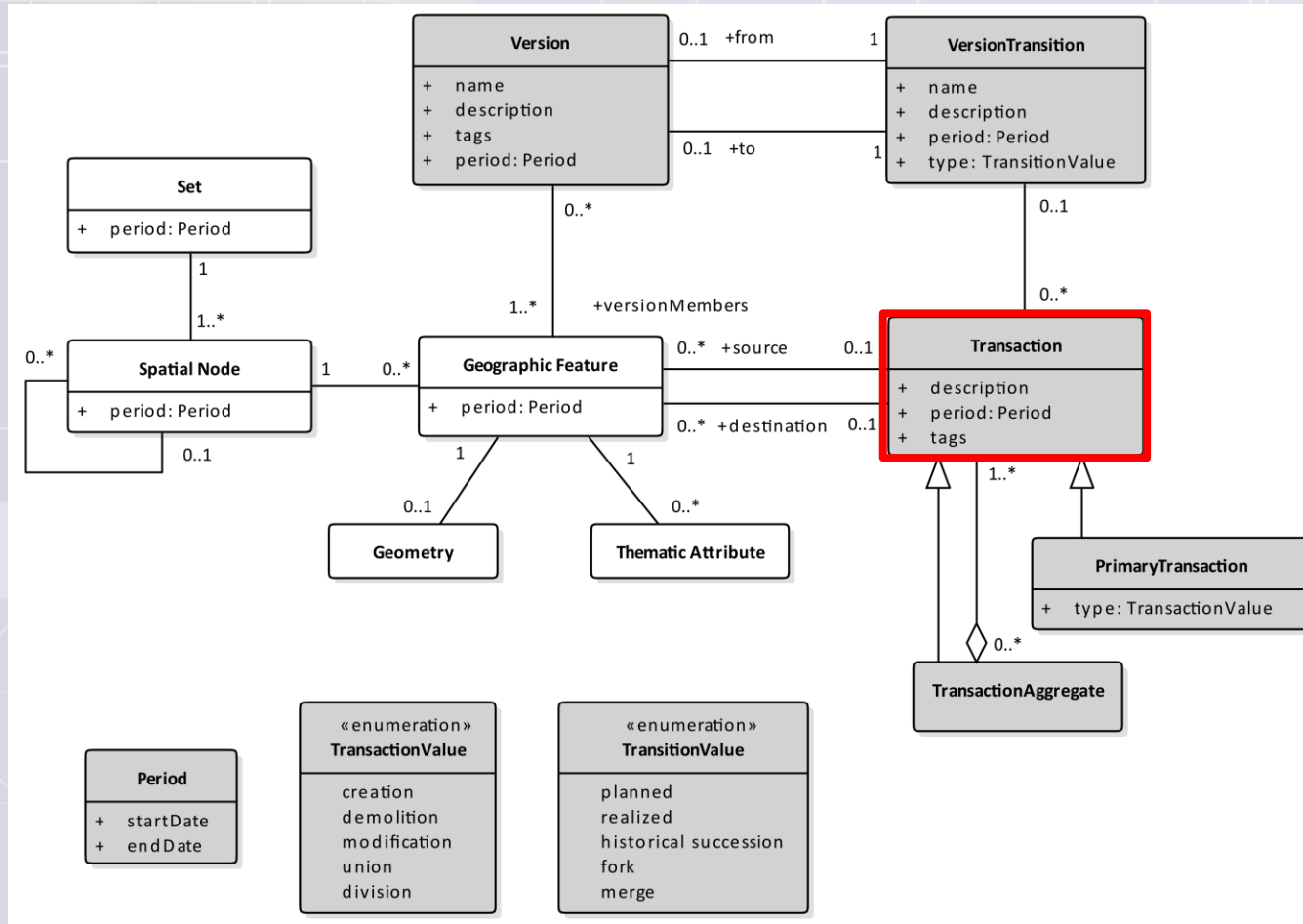


Modèle générique pour la visualisation de villes 3D sur le web



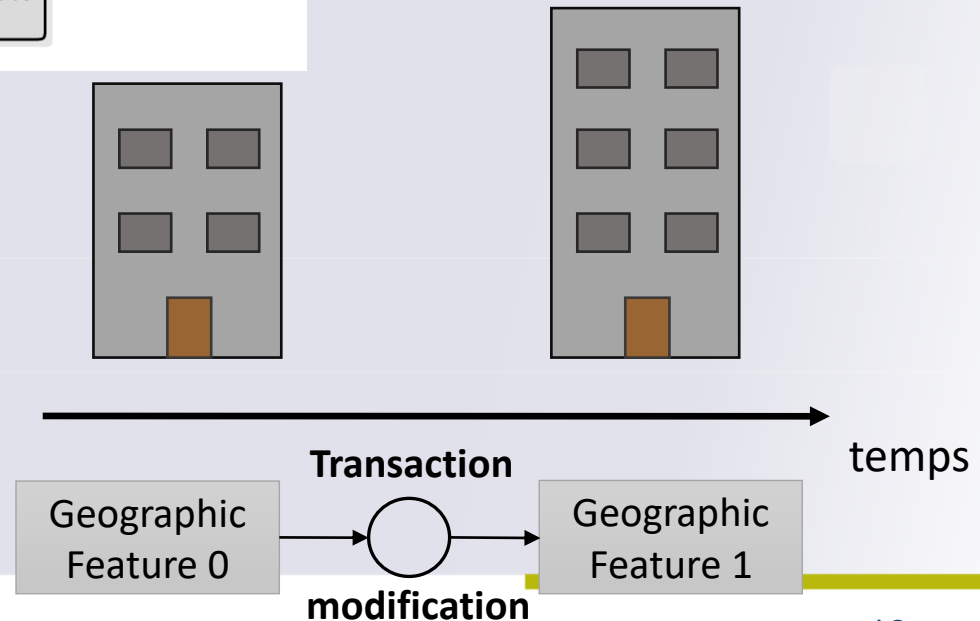
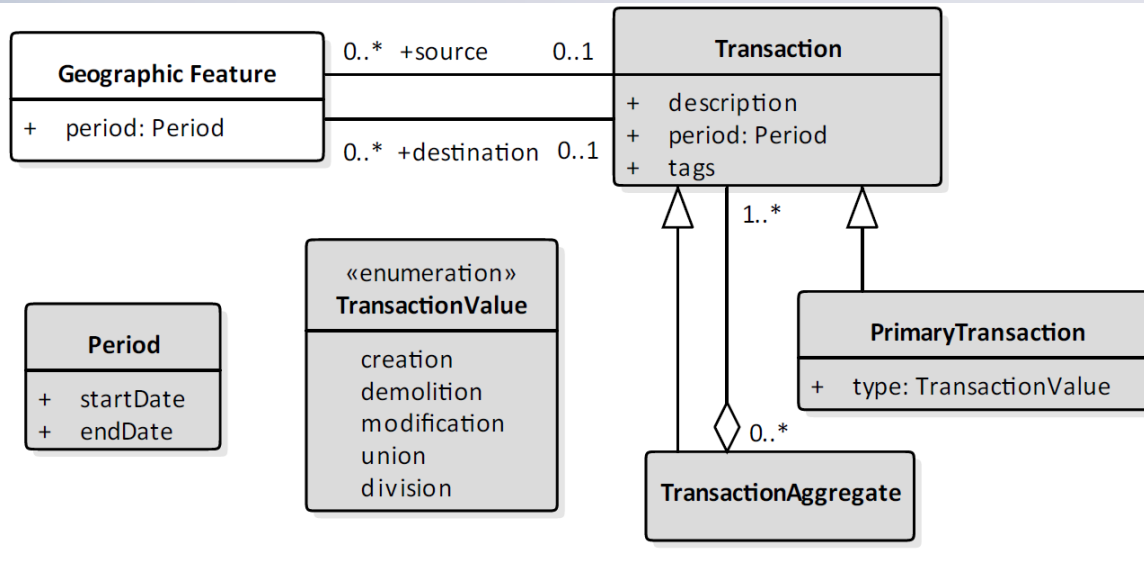
Formalisation et intégration dimension temporelle

Gen4DGeo

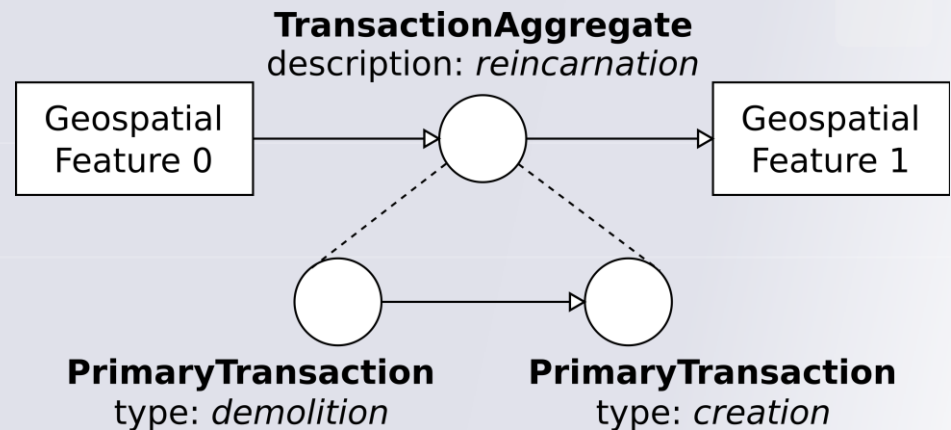
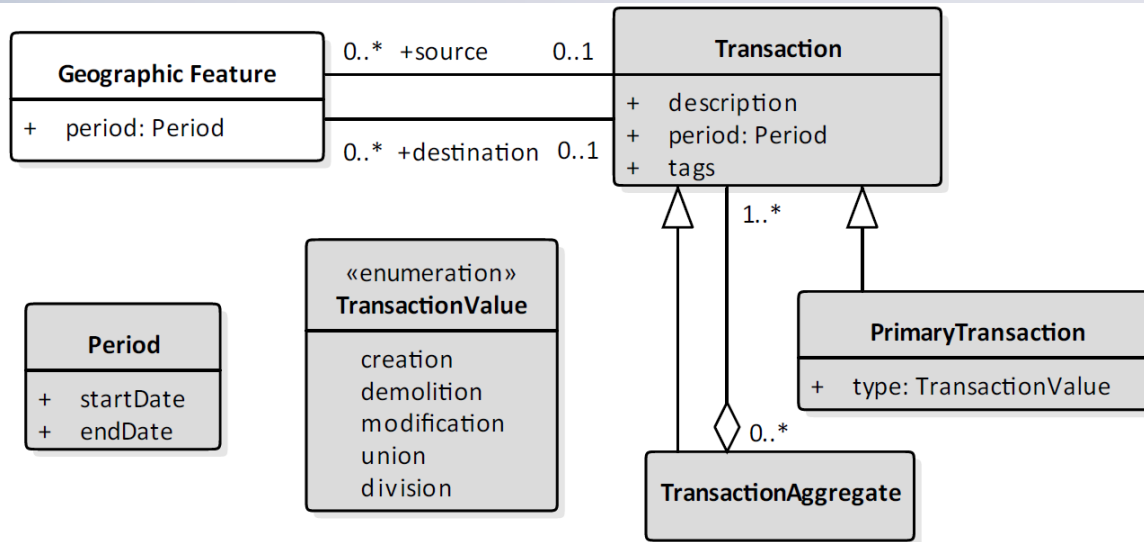


Modèle générique pour la visualisation de villes 4D sur le web

Formalisation et intégration dimension temporelle

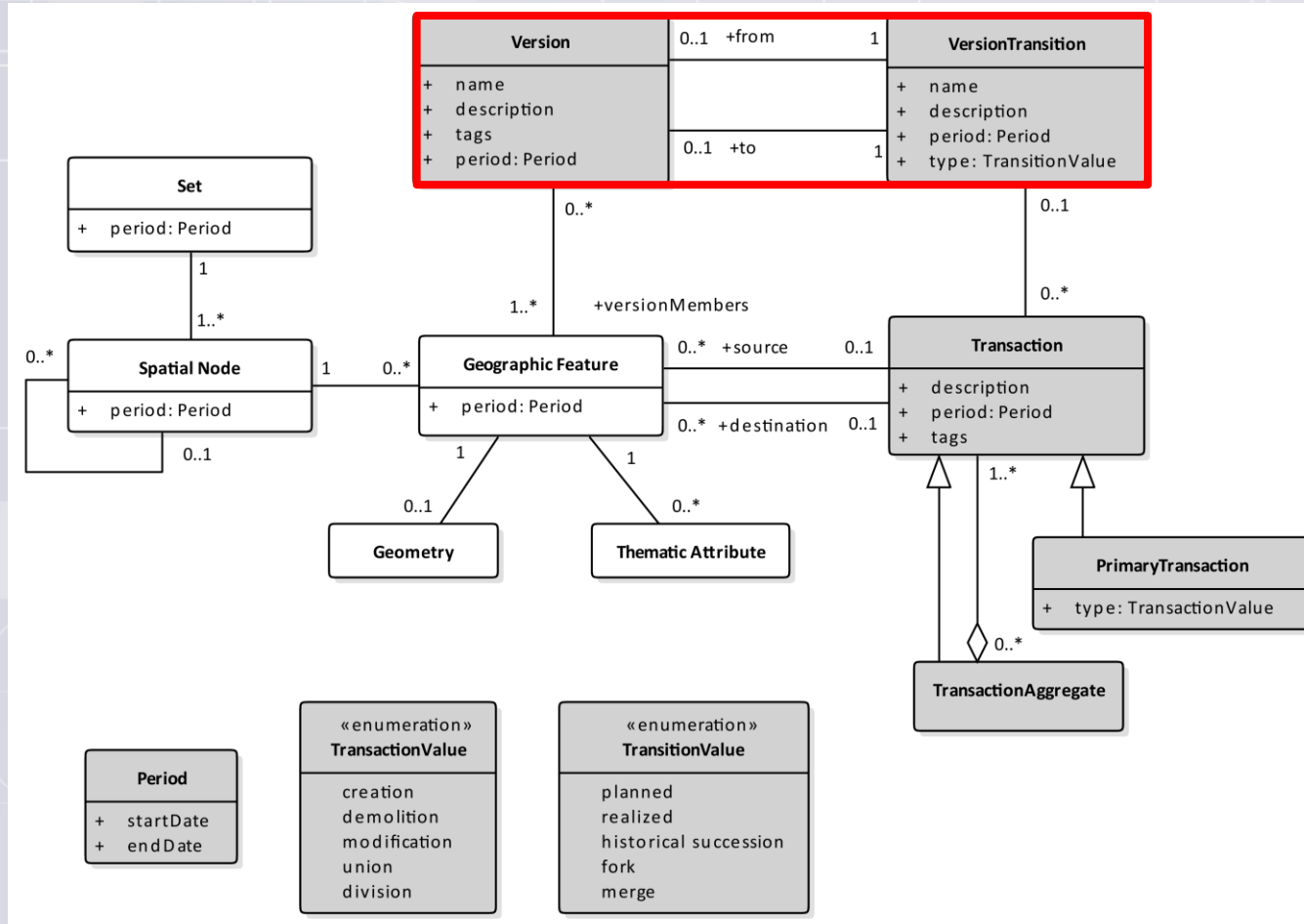


Formalisation et intégration dimension temporelle



Formalisation et intégration dimension temporelle

Gen4DGeo



Modèle générique pour la visualisation de villes 4D sur le web

Formalisation et intégration dimension temporelle

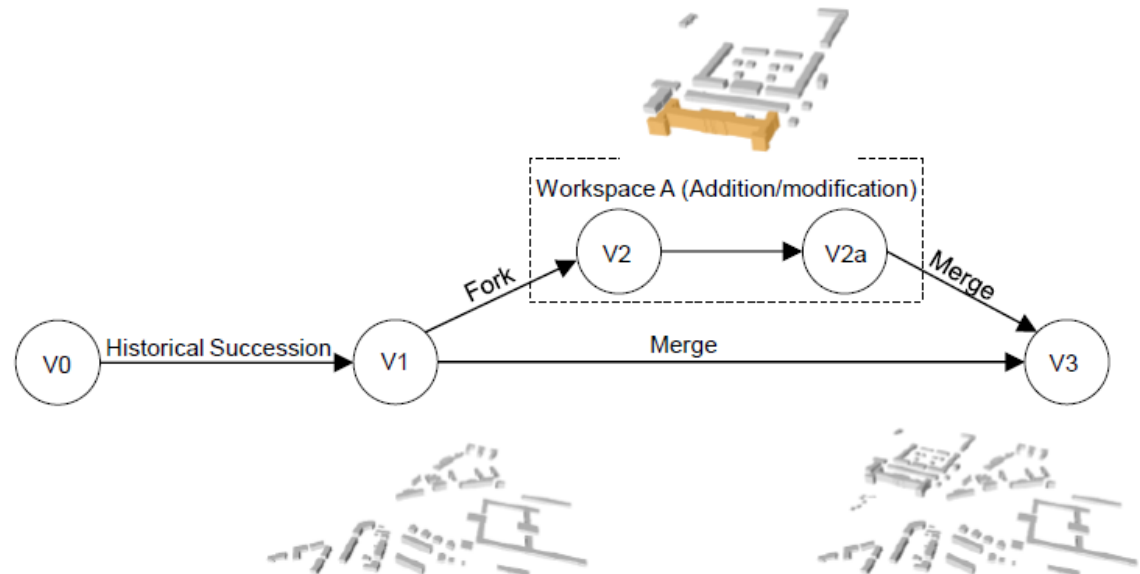
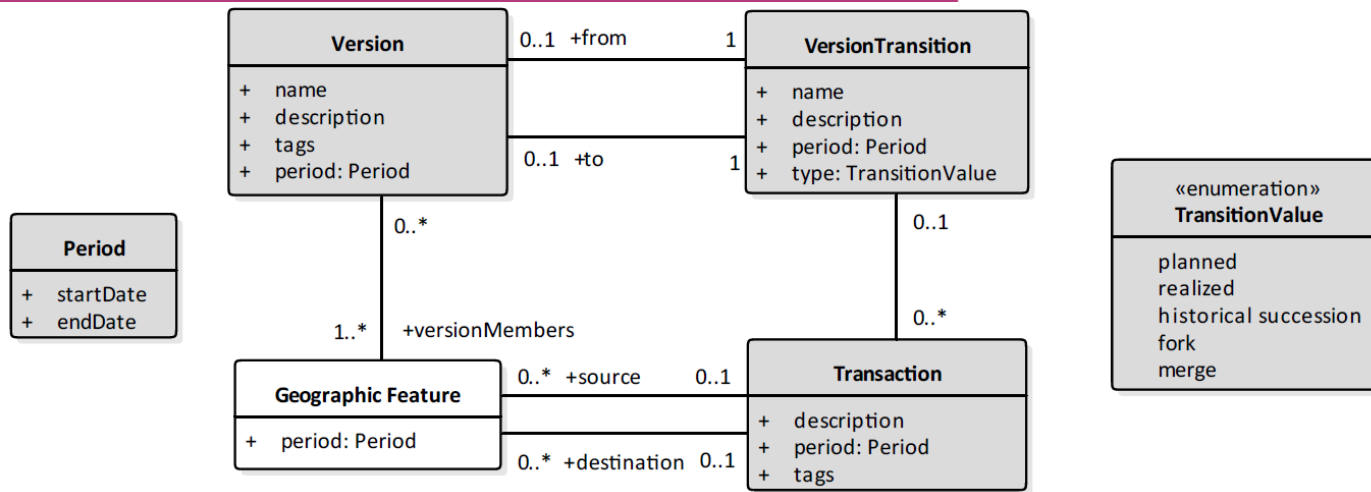
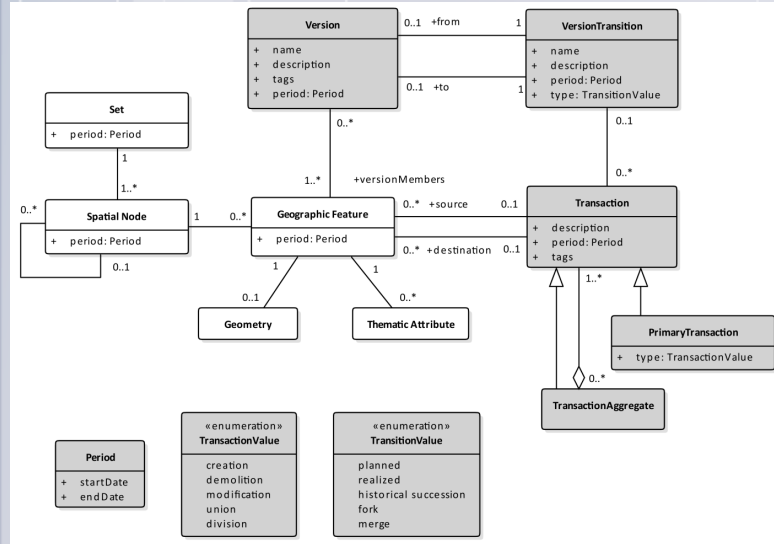


Image extraite de (Chaturvedi et al., 2017)

Spécification dans 3D Tiles

Gen4DGeo

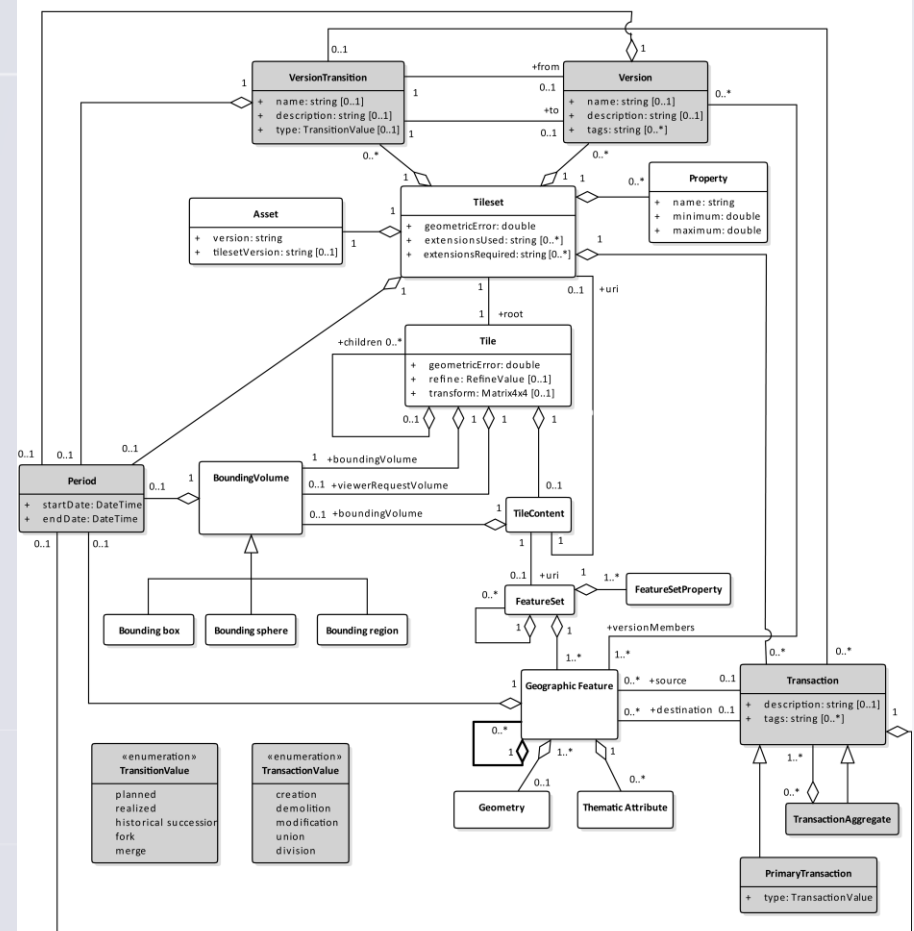


Modèle générique pour la visualisation de villes 4D sur le web

Specification JSON Schema

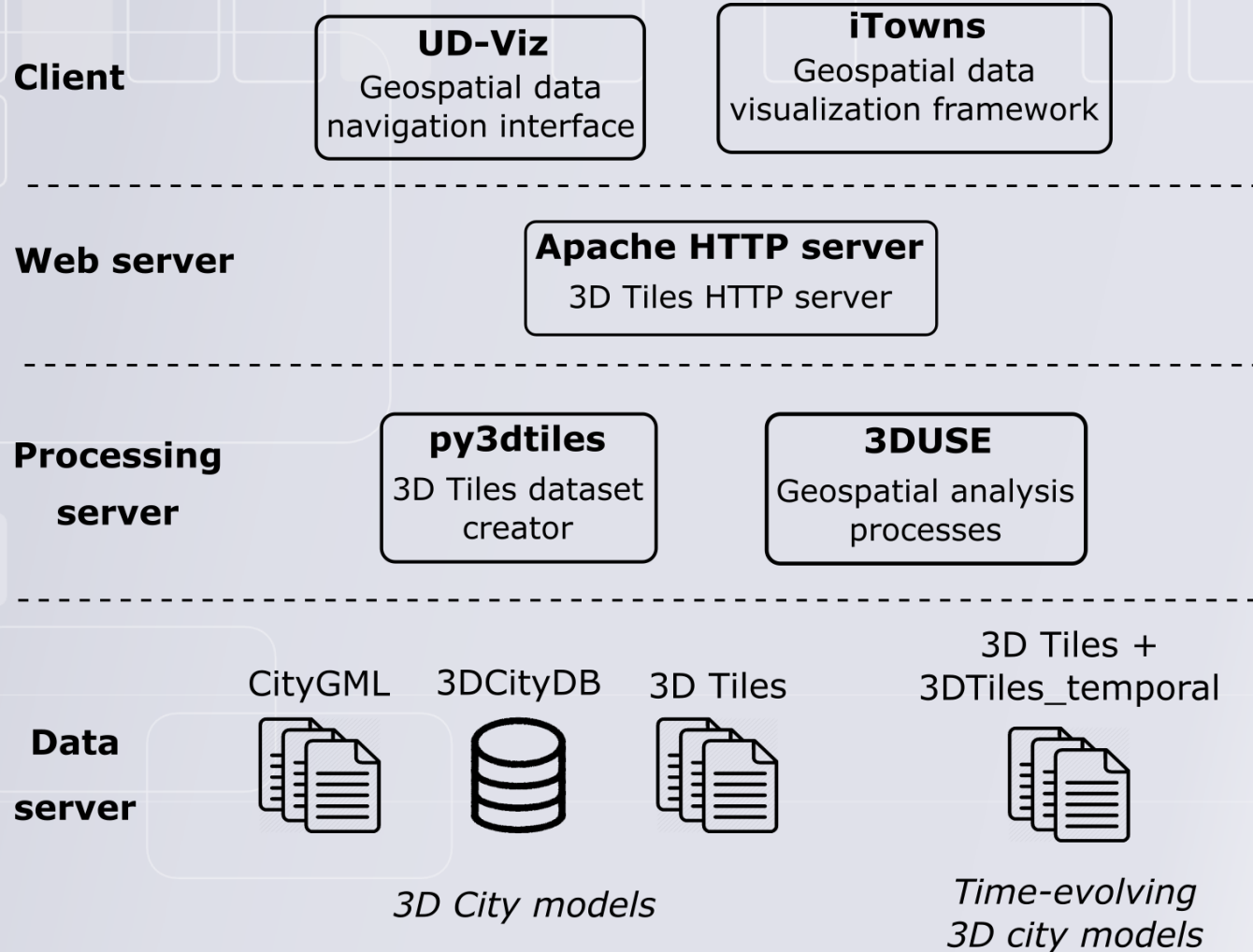
<https://doi.org/10.5281/zenodo.3596881>

Logic4DCity



Modèle logique de 3D Tiles (blanc)
et extension temporelle (gris)

Architecture logicielle



Evaluation – Jeux de données

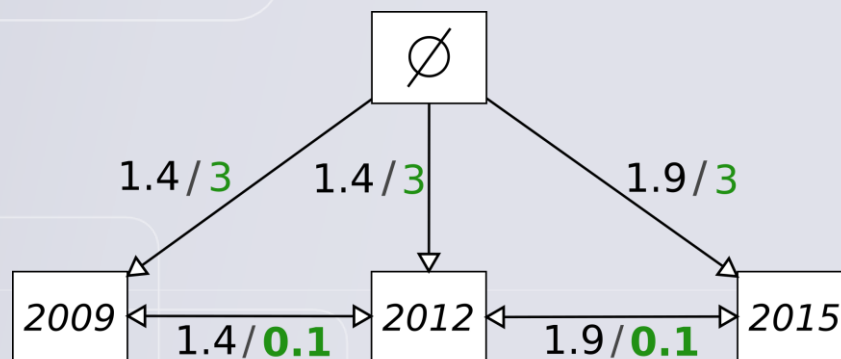
Trois jeux de données:

- **DS-CityGML:** Lyon 2009, 2012 et 2015 en CityGML
- **DS-3DTiles:** Lyon 2009, 2012 et 2015 en 3D Tiles
- **DS-3DTiles-Tmp:** Lyon entre 2009 et 2015 en 3D Tiles avec extension temporelle

Dataset		Size (MB)	Number of buildings
DS-CityGML	2009	1100	14827
	2012	1110	14835
	2015	976	24289
	Total	3176	53951
DS-3DTiles	2009	182	14827
	2012	183	14835
	2015	261	24289
	Total	626	53951
DS-3DTiles-Tmp		435	36975

Evaluation – Navigation

Dataset	Mean loading and rendering time (seconds)	Standard deviation
DS-3DTiles	2009	1.4
	2012	1.4
	2015	1.9
	Total	4.7
DS-3DTiles-Tmp	3	0.04

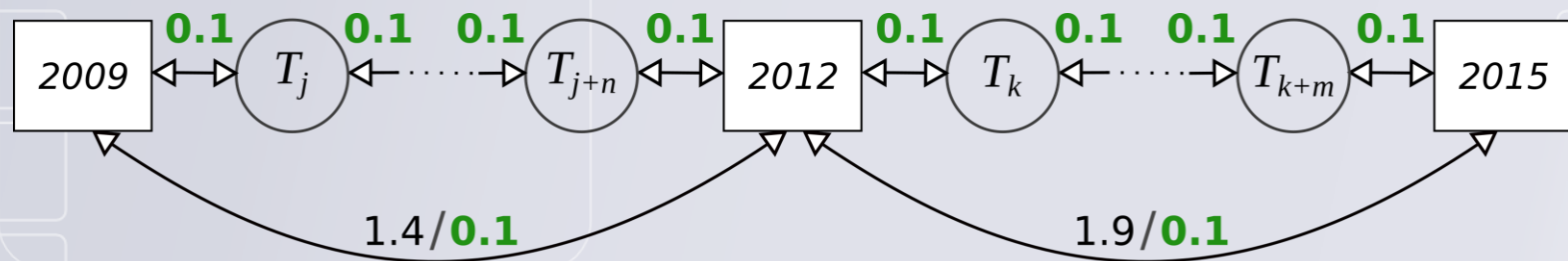


Legend

Animation time with 3D Tiles (seconds)

Animation time with 3D Tiles temporal extension (seconds)

Evaluation – Navigation



Legend

Animation time with 3D Tiles (seconds)

Animation time with 3D Tiles temporal extension (seconds)

Year State at date Year

T_x Transitory state between two dates

Démonstration: Visualisation et navigation

Delivering time-evolving 3D city models for web visualization

Vincent Jaillot, Sylvie Servigne, Gilles Gesquière



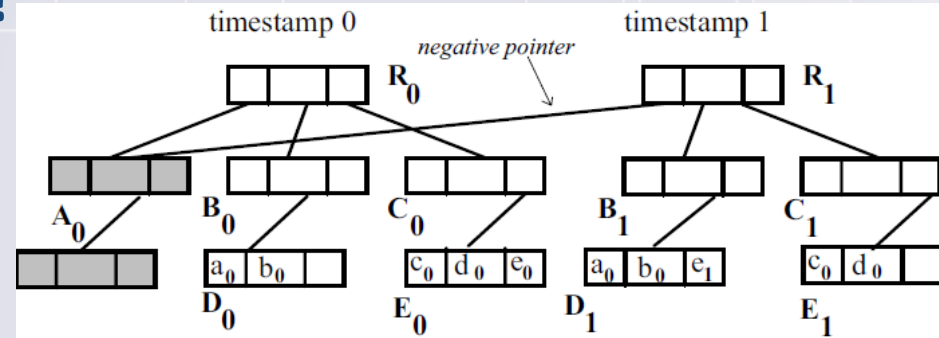
Conclusion

- **Modèle générique 3D Tiles – i3s**
- **Formalisation et intégration de la dimension temporelle aux niveaux conceptuel, logique et specification**
- **Implémentation open source**

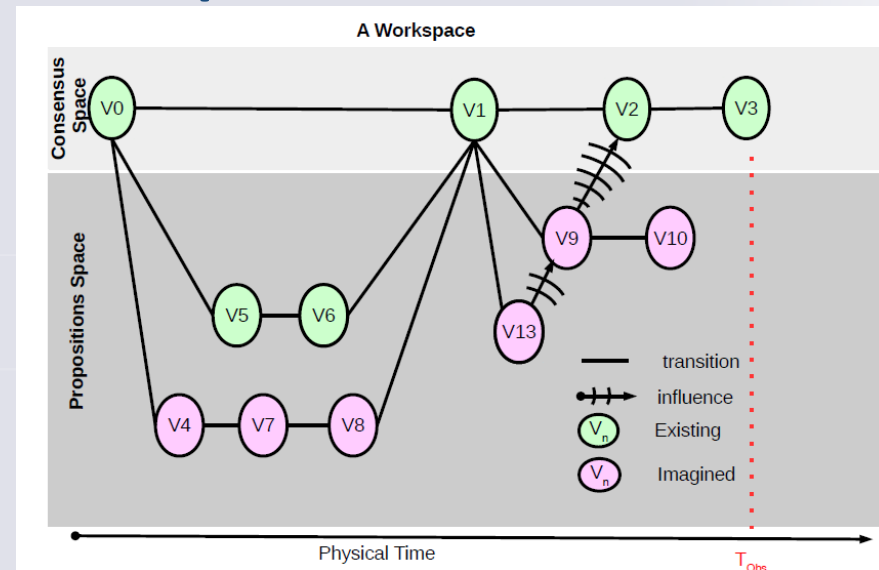
Perspectives

Quels index spatio-temporels ?

HR-Tree ? (Yufei *et al.*, 2001)



Vers un modèle plus complexe pour représenter l'évolution de la ville ? (Samuel *et al.*, 2020)



Pour aller plus loin...

- **Article:** Jaillot, Vincent, Sylvie Servigne, and Gilles Gesquière. 2020. “**Delivering Time-Evolving 3D City Models for Web Visualization.**” *International Journal of Geographical Information Science*, April.
<https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/13658816.2020.1749637>.
- **Reproduire la démonstration:** <https://github.com/VCityTeam/UD-Reproducibility/tree/master/Demos/Temporal-LyonMetropole>
- **Reproduire l'évaluation:** <https://github.com/VCityTeam/UD-Reproducibility/tree/master/Articles/2020-IJGIS-Temporal>
- **Jeux de données:**
 - 3D Tiles Lyon, Villeurbanne, Bron 2015: <https://zenodo.org/record/3606733>
 - 3D Tiles temporel Lyon 2009 – 2015: <http://doi.org/10.5281/zenodo.3596861>