

Lunel, Jeudi 22 janvier 2026



# Jumeaux numériques : quelles avancées ces deux dernières décennies ?

Matteo Caglioni (CNRS UMR 7300 ESPACE, Université Côte d'Azur)

## La représentation virtuelle des villes durables méditerranéennes de demain

3e colloque interrégional du collectif Géofuturs méditerranéens,  
en partenariat avec Lunel Agglo et la Ville de Lunel



---

# Matteo CAGLIONI

- Chercheur en Analyse et Modélisation Urbaine - [CNRS UMR 7300 ESPACE](#)
- Enseignant en Géographie Urbaine - [Université Côte d'Azur, Nice](#)
- Directeur du *MSc. Engineers for Smart Cities* - [IMREDD](#)

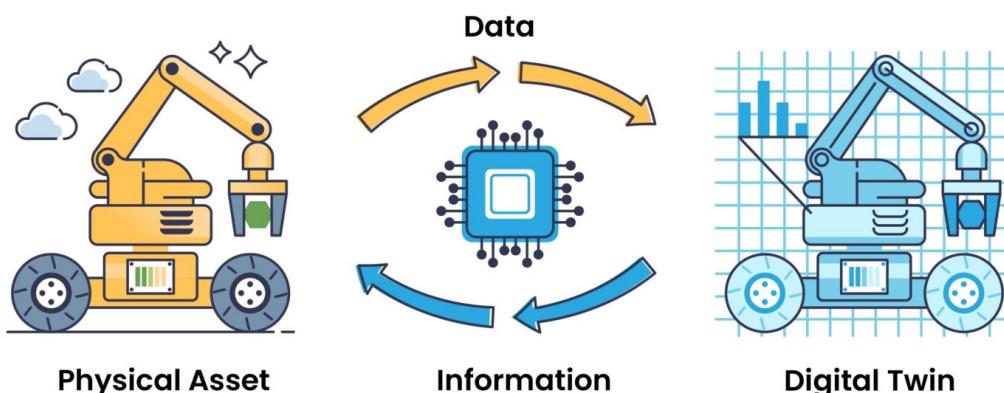


- Ingénieur en Aménagement du Territoire
- Doctorat en Sciences et Méthodes pour les Villes Européennes

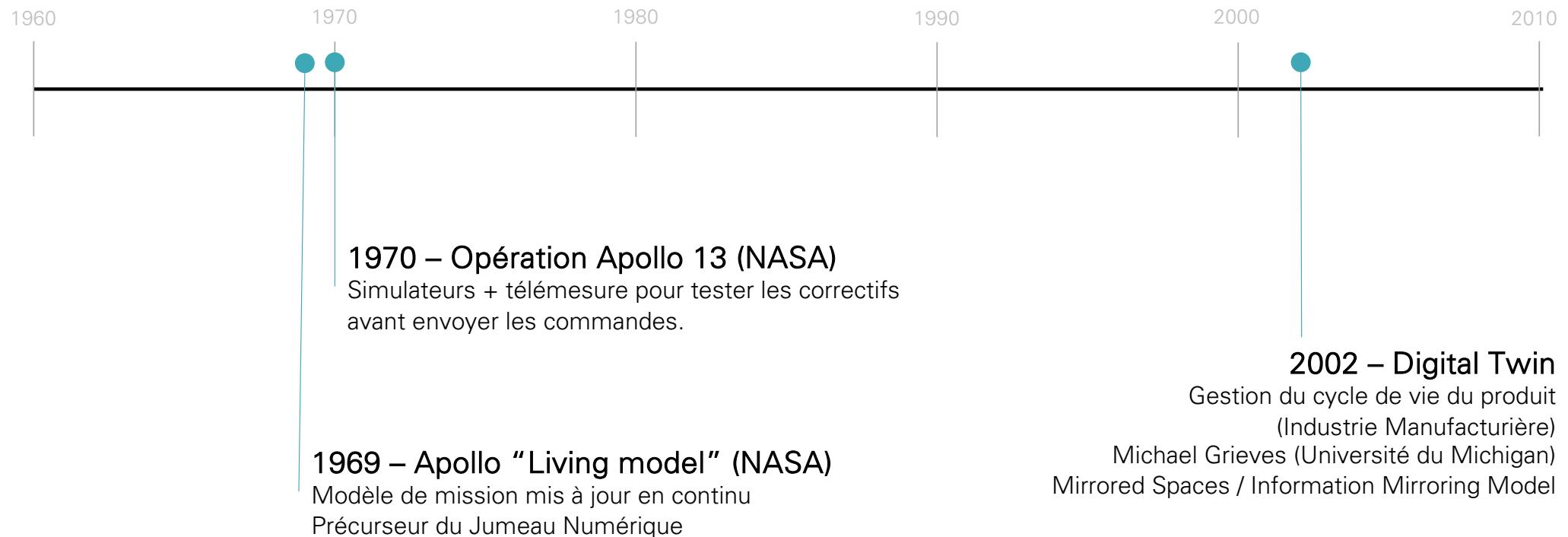


# Jumeau Numérique : Définition

- Un Jumeau Numérique (ou Digital Twin), est une **réplique virtuelle** d'un objet physique,
- reliée par des **connexions de données** à cette réplique de façon continue,
- afin d'observer, analyser, **simuler et piloter** son comportement tout au long de son cycle de vie.

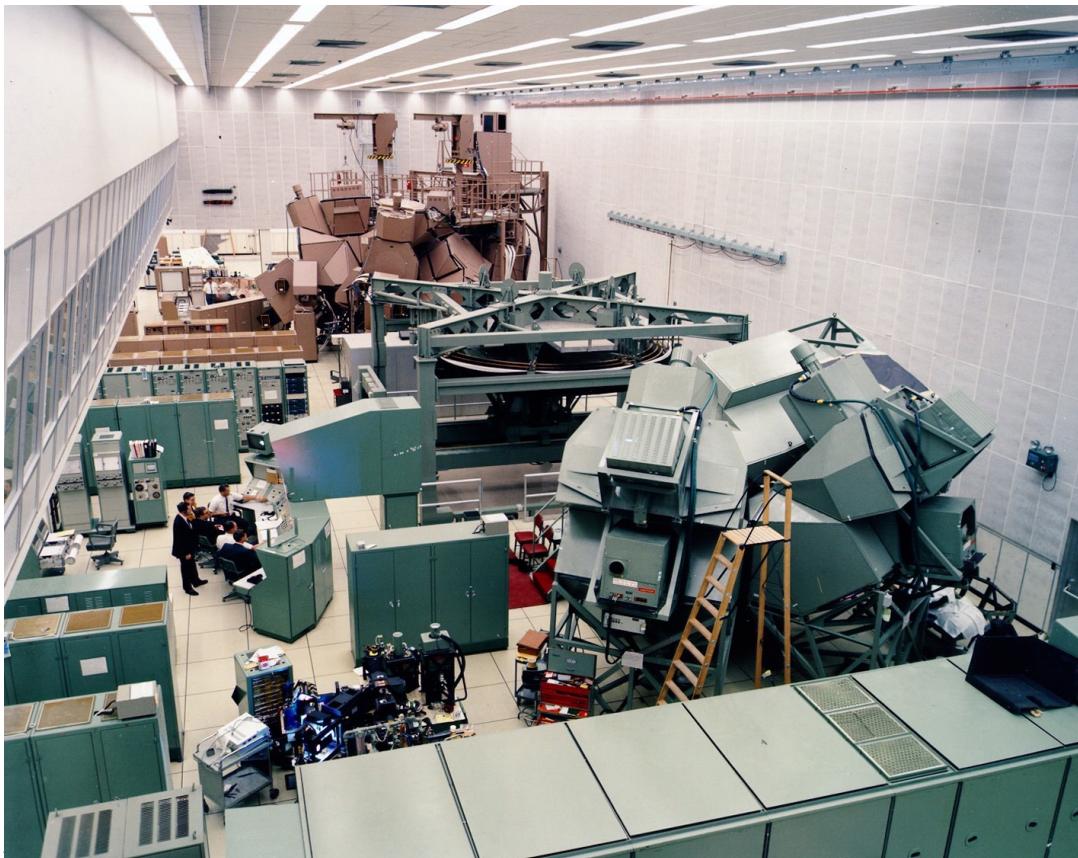


# Frise chronologique



---

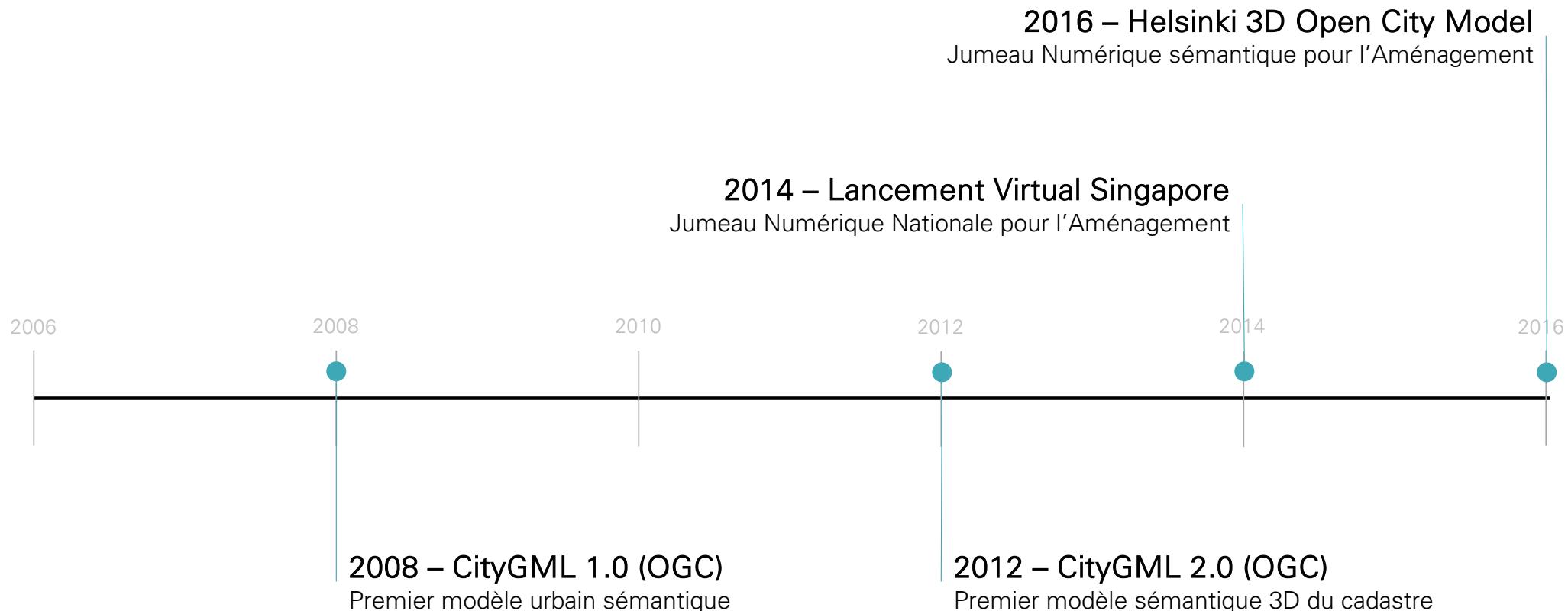
# Apollo 13



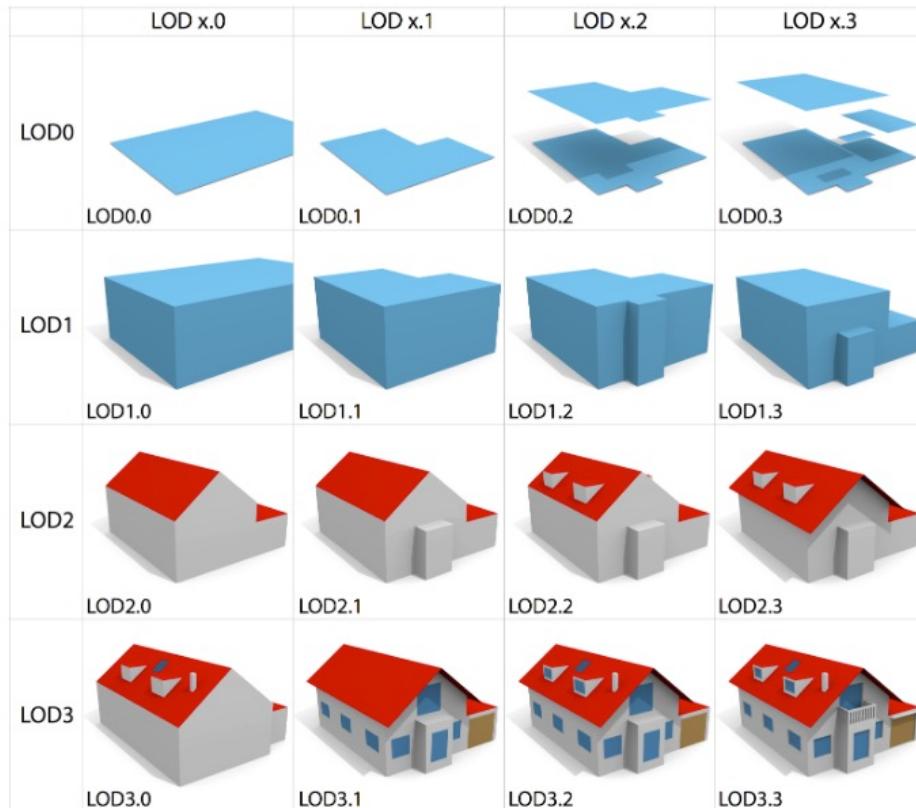
Simulateur Apollo 13 (<https://ntrs.nasa.gov>)

---

# Frise chronologique



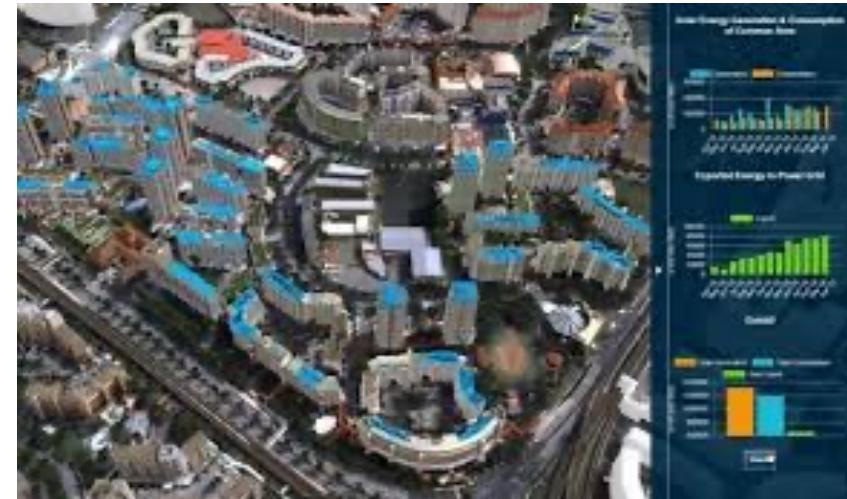
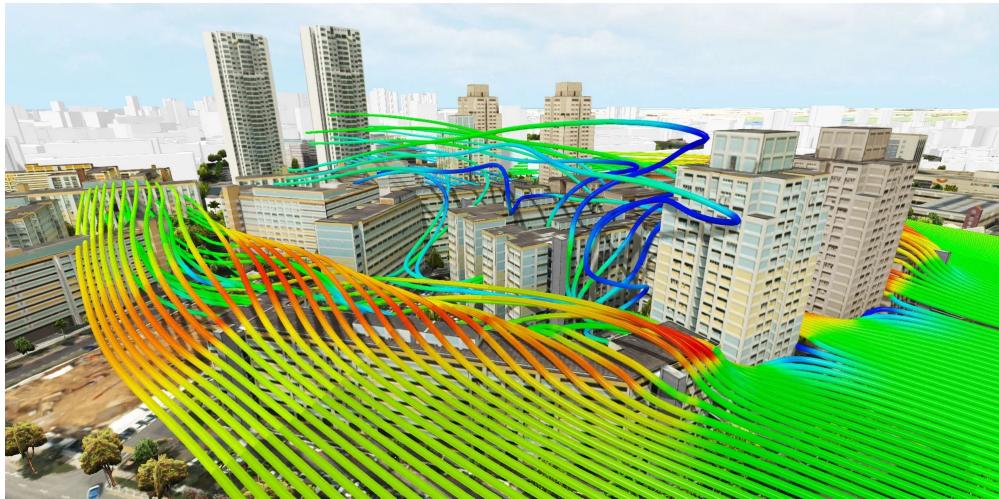
# CityGML



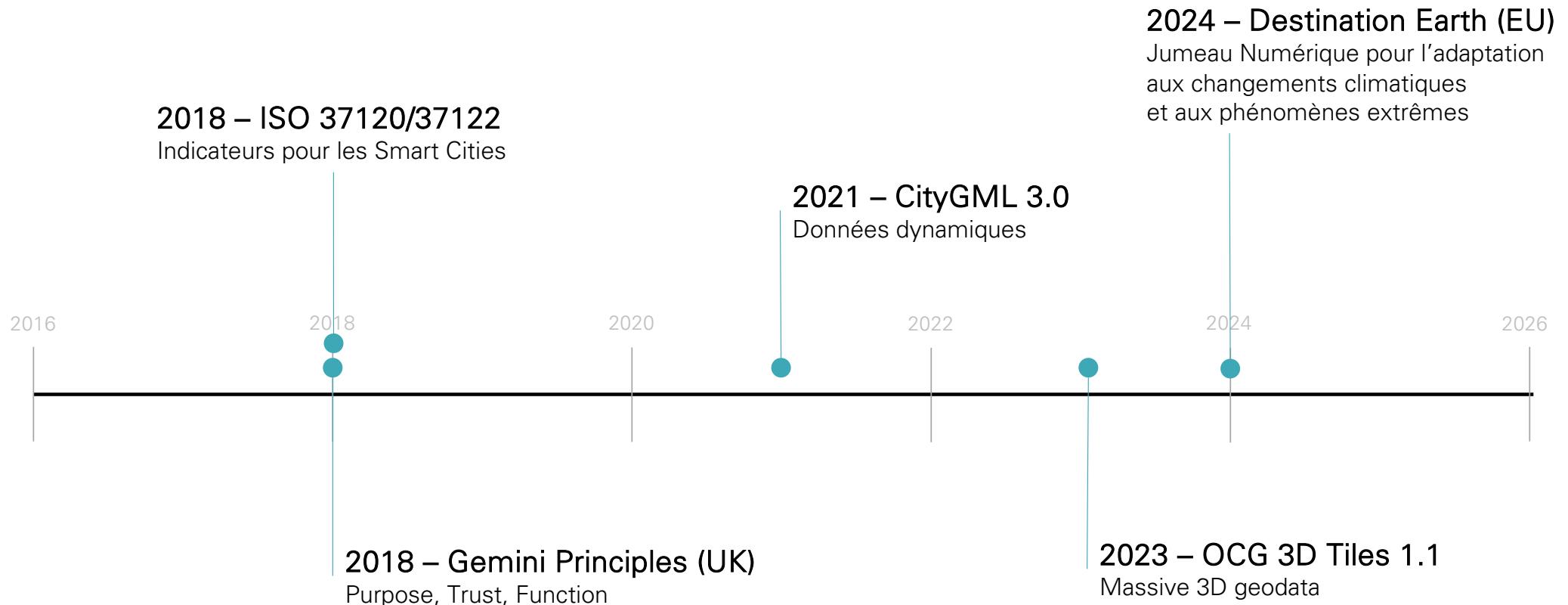
```
....  
....  
<import namespace="http://www.opengis.net/citygml/2.0"  
      schemaLocation="http://schemas.opengis.net/  
      citygml/2.0/cityGMLBase.xsd"/>  
<import namespace="http://www.opengis.net/citygml/  
      building/2.0"  
      schemaLocation="http://schemas.opengis.net/  
      citygml/building/2.0/building.xsd"/>  
....  
....  
<element name="Garage" type="GarageType"  
      substitutionGroup="bldg:_AbstractBuilding"/>  
<complexType name="GarageType">  
    <complexContent>  
      <extension base="bldg:BuildingType">  
        <sequence>  
          <element name="numberOfCarsParked" type="xs:  
              integer" minOccurs="0" maxOccurs="1"/>  
        </sequence>  
      </extension>  
    </complexContent>  
</complexType>
```

---

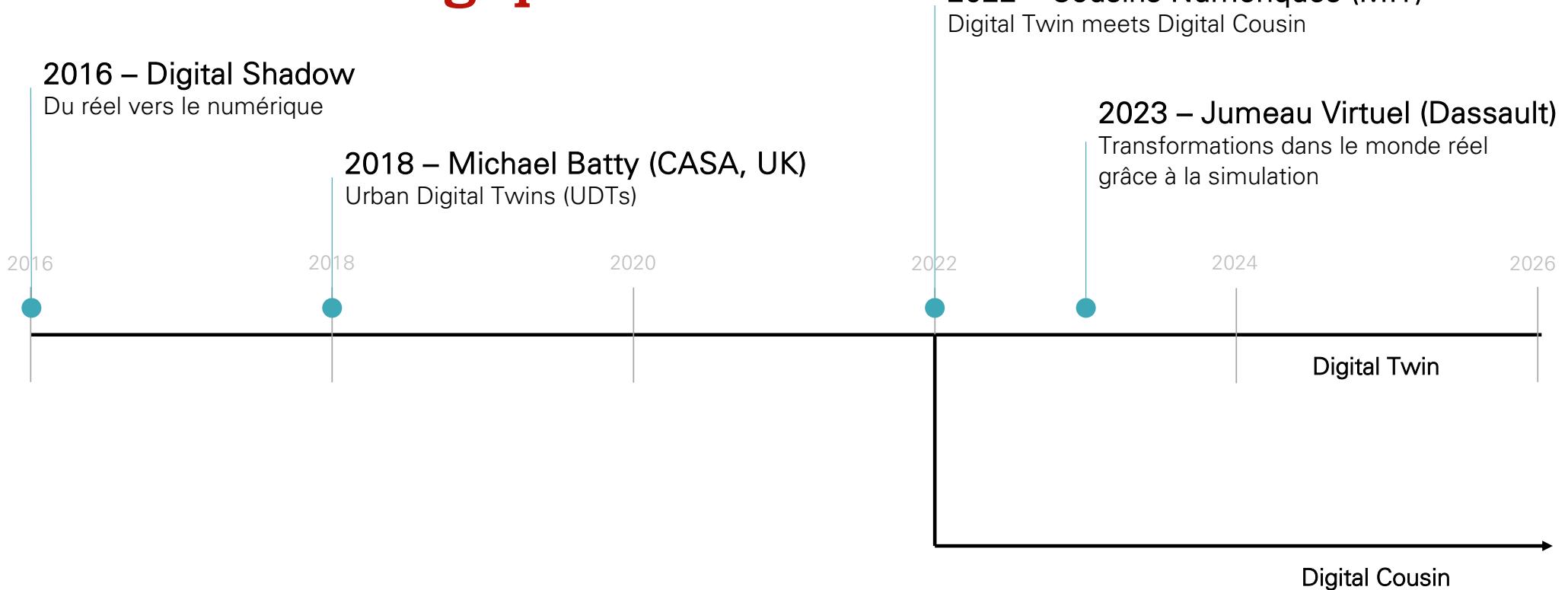
# Virtual Singapore (2014-2022)



# Frise chronologique



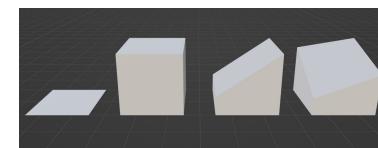
# Frise chronologique



# Les représentations 3D des objets géographiques



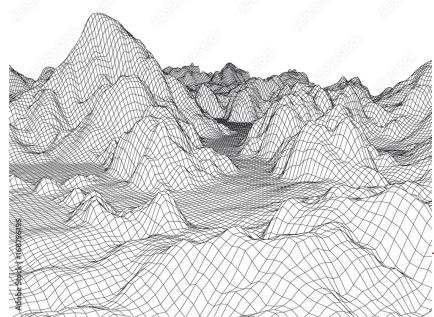
Nouages  
des  
Points



2D 2.5D 2.75D 3D



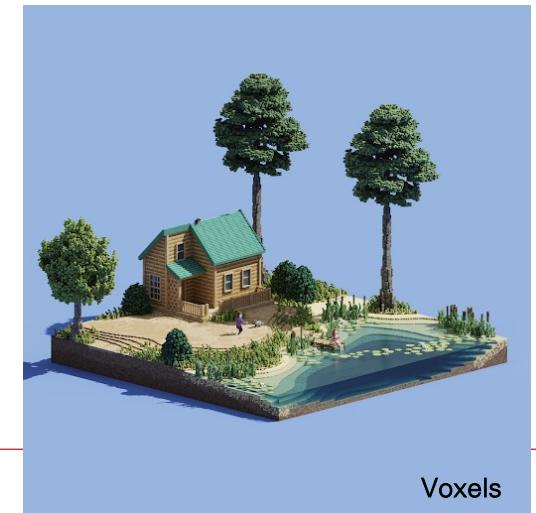
Volumes



Mailles 3D



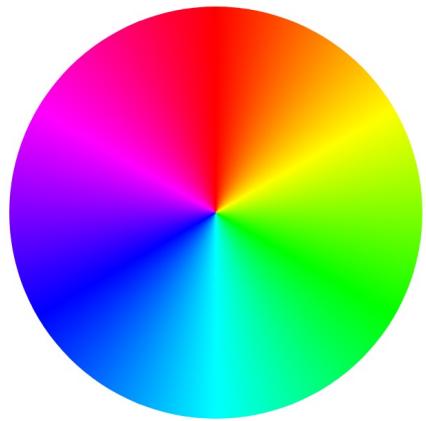
MASSIVE OPEN WORLD



Voxels

---

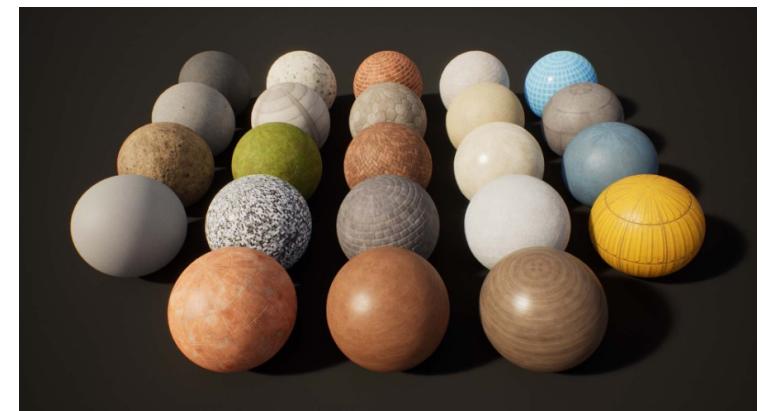
# Les matériaux



Couleurs



Textures



Matériaux  
avec propriétés physiques

---

---

# L'IA dans la modélisation 3D des villes

Dans la réalisation des modèles 3D de la ville, l'IA intervient principalement dans 5 domaines :

- Extraction automatique d'information à partir d'une base de données empirique.
  - Création d'objets 3D à partir des données réelles.
  - Génération d'objets 3D ressemblants.
  - Simulation des processus réalistes et création de scénarios possibles.
  - Débogage du modèle 3D, pour identifier et corriger des incohérences et défauts.
-

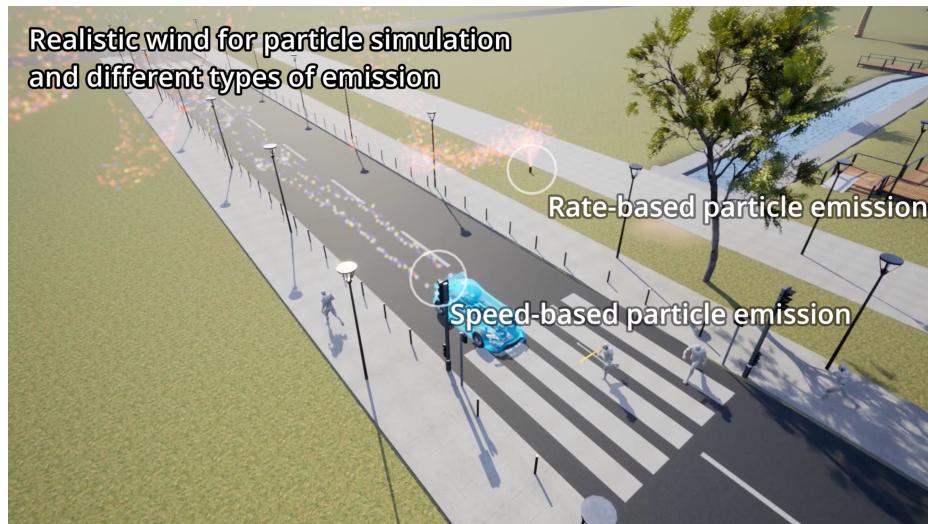


# Le cousin numérique de Nice Méridia



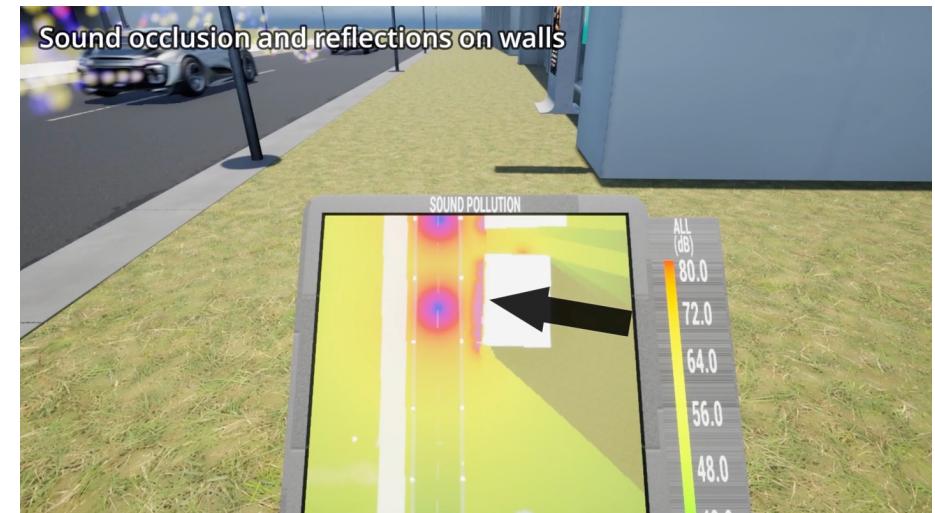
# Le cousin numérique de Nice Méridia

ISART<sup>®</sup>  
D I G I T A L



Simulation du trafic et pollution atmosphérique

Simulation du microclimat urbain



Simulation de la pollution acoustique

Modélisation procédurale des bâtiments à l'issue d'IA

**Merci de votre attention !**

Matteo Caglioni (CNRS UMR 7300 ESPACE, Université Côte d'Azur)

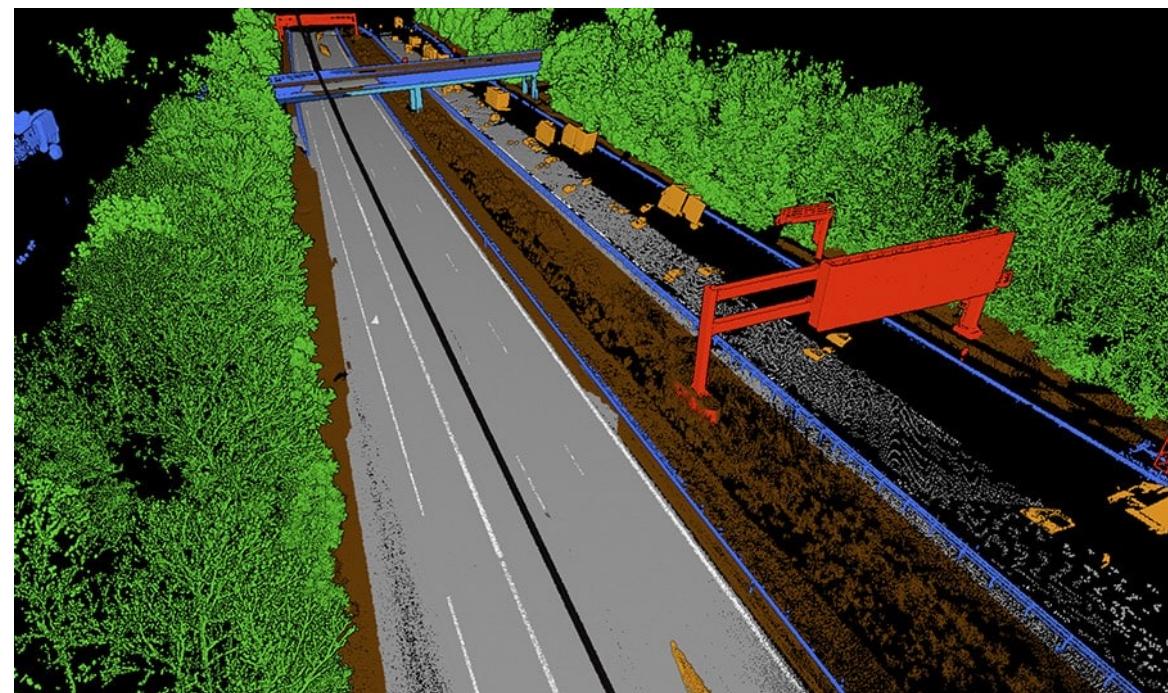
[matteo.caglioni@univ-cotedazur.fr](mailto:matteo.caglioni@univ-cotedazur.fr)



---

# L'IA dans la modélisation 3D des villes

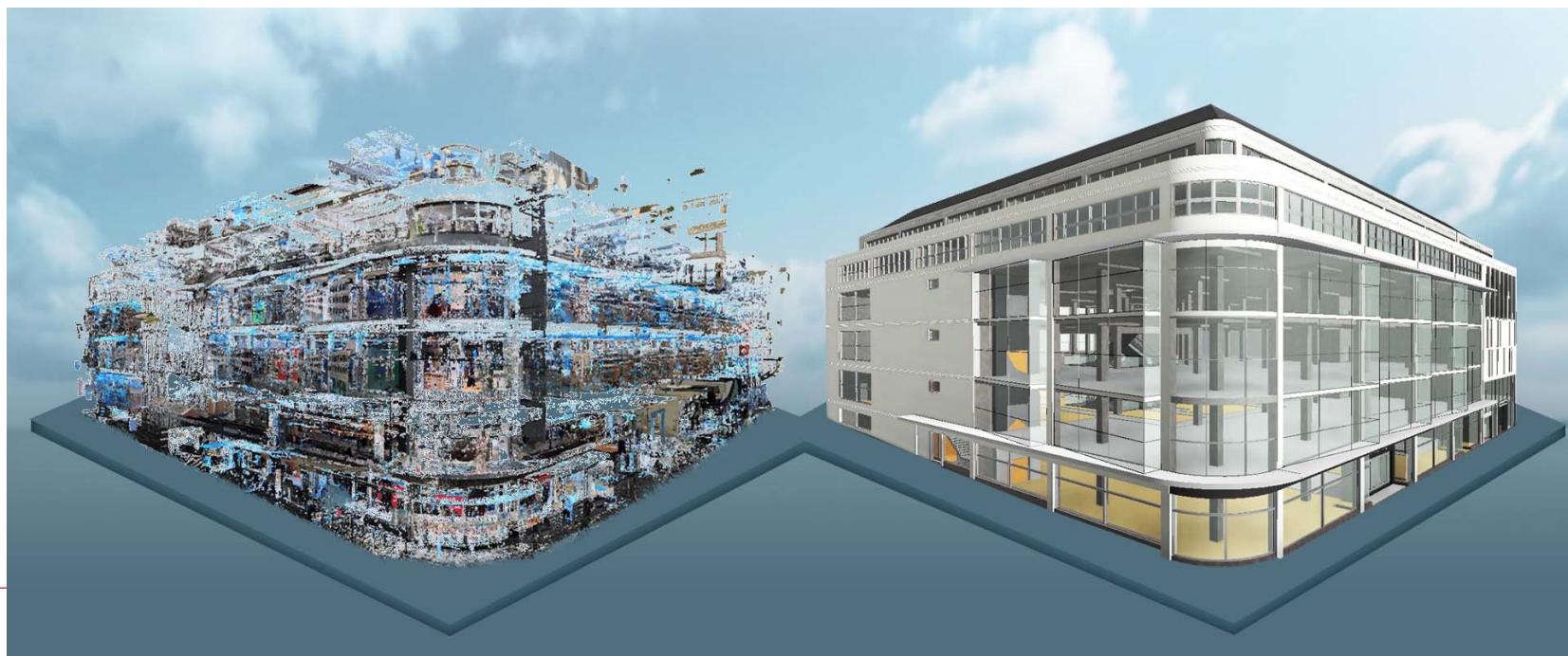
- Les algorithmes d'IA, tels que la vision par ordinateur et l'apprentissage automatique, peuvent être utilisés pour extraire automatiquement des caractéristiques à partir des données collectées.



---

# L'IA dans la modélisation 3D des villes

- L'IA peut reconstruire la géométrie 3D à partir de plusieurs sources de données. L'IA peut également détecter les matériaux pour les modèles. (Poisson Surface Reconstruction algorithm)



# L'IA dans la modélisation 3D des villes

- L'IA peut **générer** des modèles 3D de manière procédurale, ce qui signifie qu'elle peut créer automatiquement des modèles en fonction de règles et de paramètres prédéfinis.



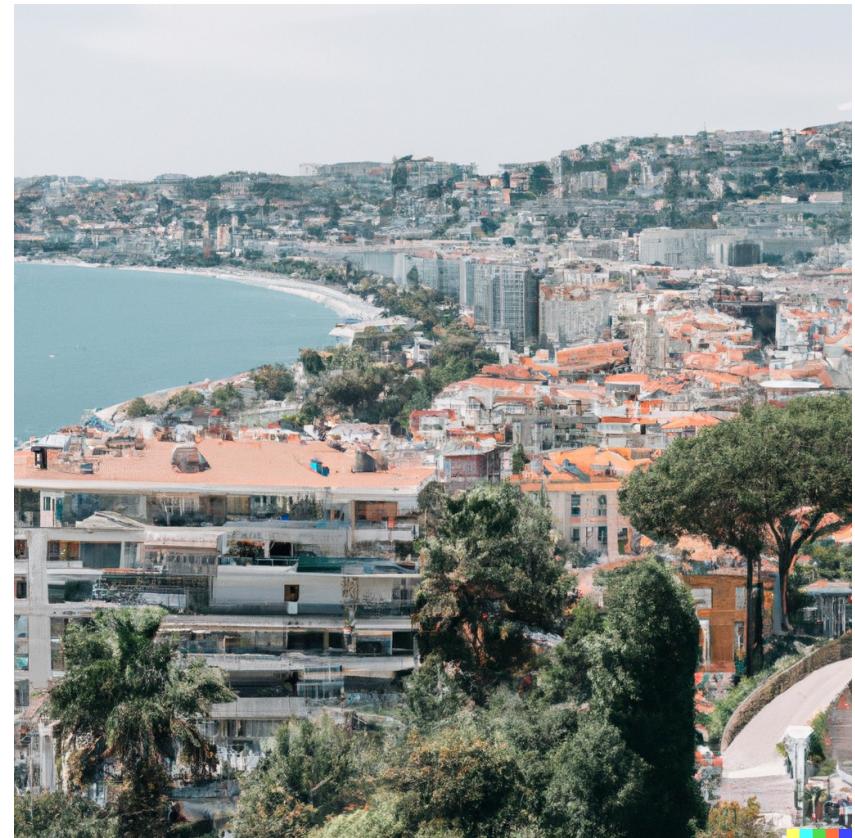
ESRI CityEngine (Vitruvio)



Unreal Engine 5 : Matrix 4 Resurrection

---

# L'IA dans la modélisation 3D des villes



OpenIA DALL.E.2 : ville côtière de la Côte d'Azur

# L'IA dans la modélisation 3D des villes

- Les simulations basées sur IA peuvent être intégrées aux modèles 3D et aux jumeaux numériques pour analyser et prédire divers scénarios.
  - Les algorithmes d'IA peuvent simuler le flux de circulation, les déplacements des piétons ou la consommation d'énergie au sein de la ville.
- 
- Mass entity system
  - Behavior trees system
  - AI Perception system
  - AI Navigation system