

Lunel, Jeudi 22 janvier 2026

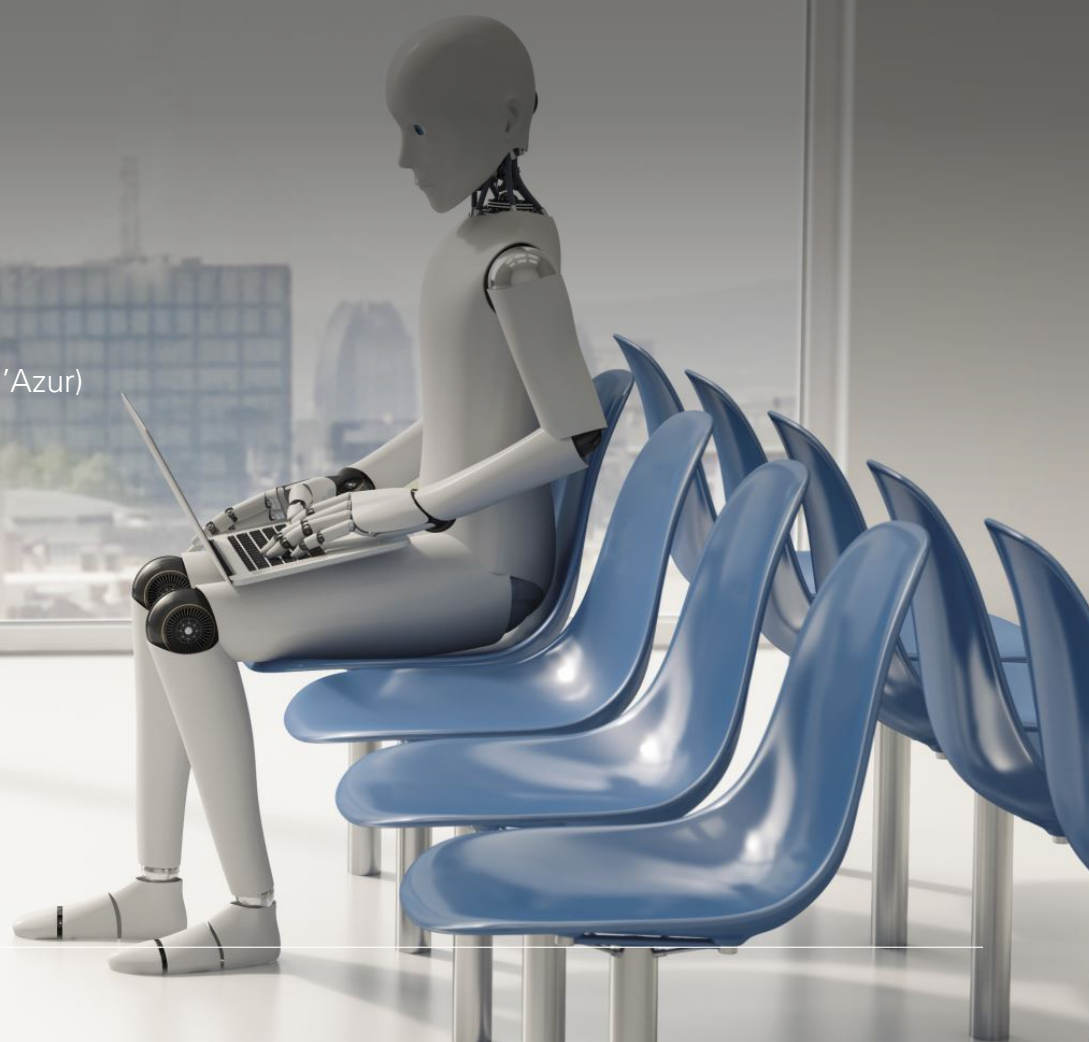


# Jumeaux numériques : quelles avancées ces deux dernières décennies ?

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

## La représentation virtuelle des villes durables méditerranéennes de demain

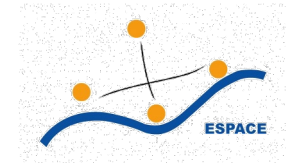
3e colloque interrégional du collectif Géofuturs méditerranéens,  
en partenariat avec Lunel Agglo et la Ville de Lunel



---

# Matteo CAGLIONI

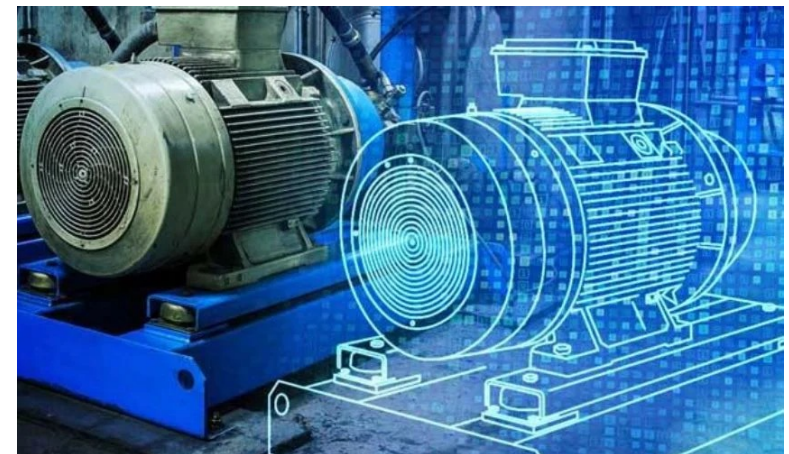
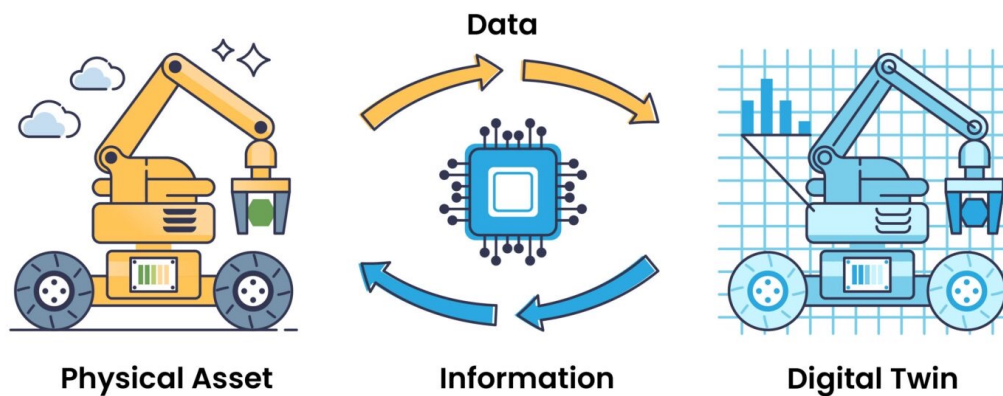
- Chercheur en Analyse et Modélisation Urbaine - [CNRS UMR 7300 ESPACE](#)
- Enseignant en Géographie Urbaine - [Université Côte d'Azur, Nice](#)
- Directeur du *MSc. Engineers for Smart Cities* - [IMREDD](#)
  
- Ingénieur en Aménagement du Territoire
- Doctorat en Sciences et Méthodes pour les Villes Européennes



---

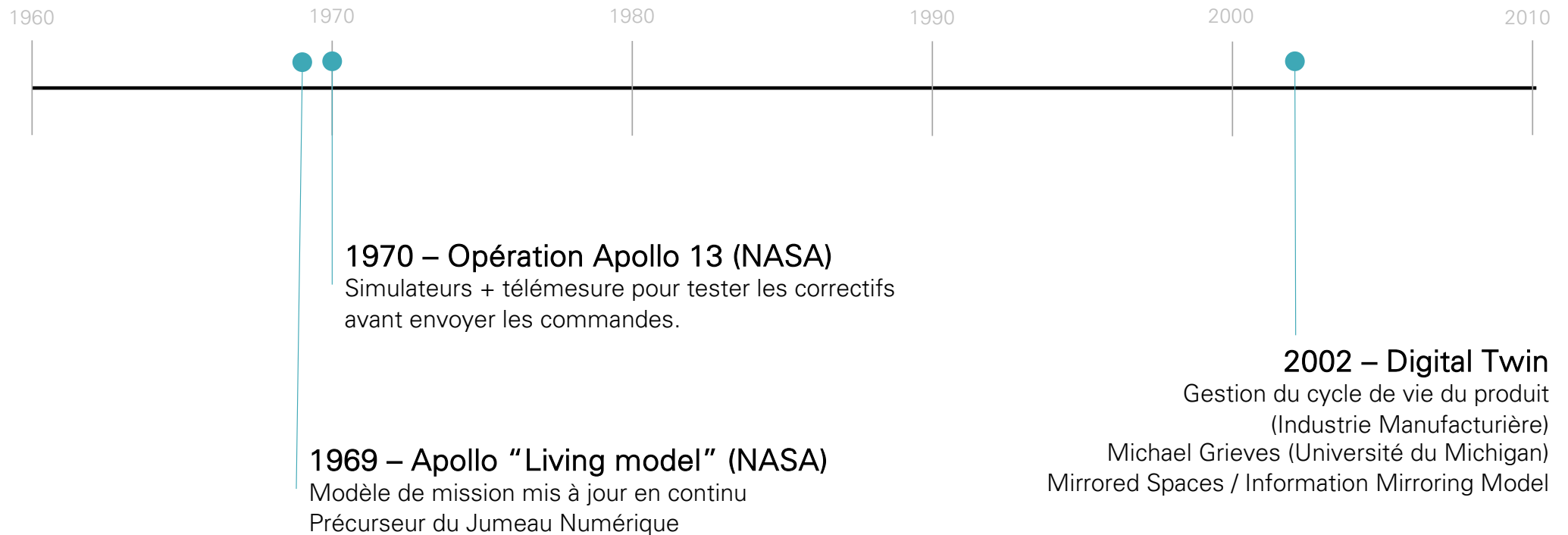
# Jumeau Numérique : Définition

- 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.



---

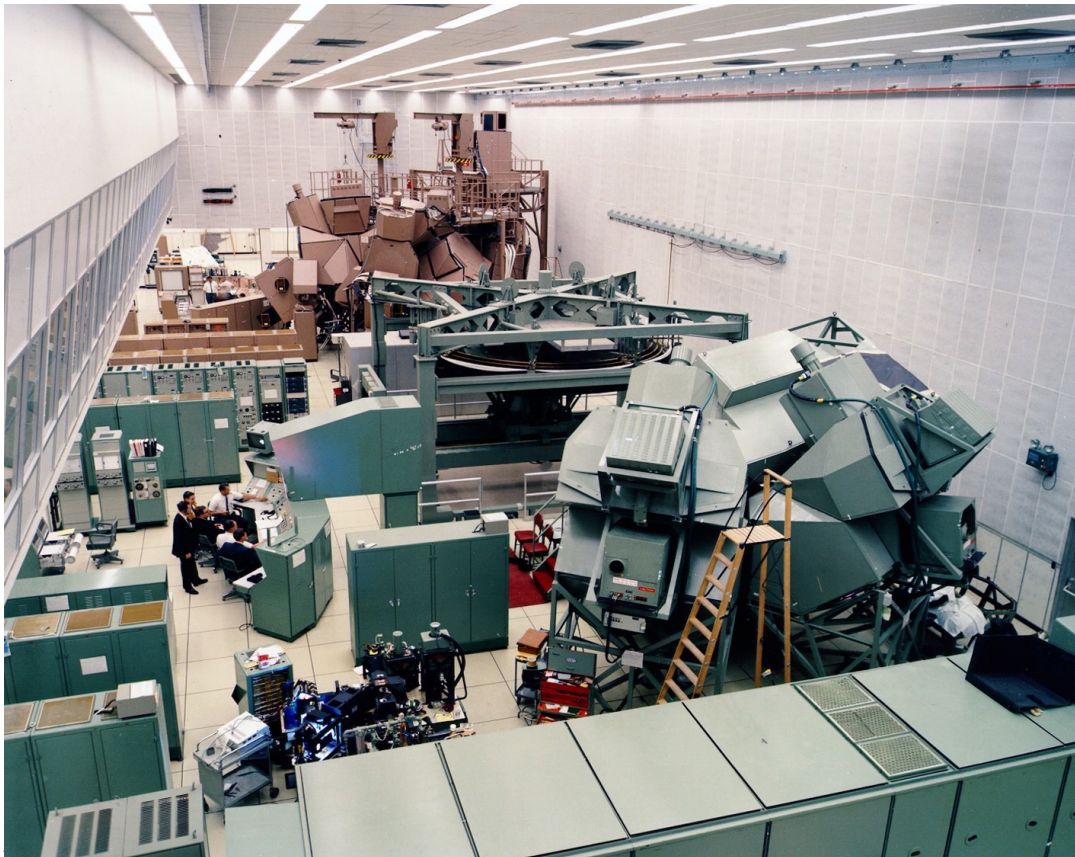
# Frise chronologique





---

# Apollo 13

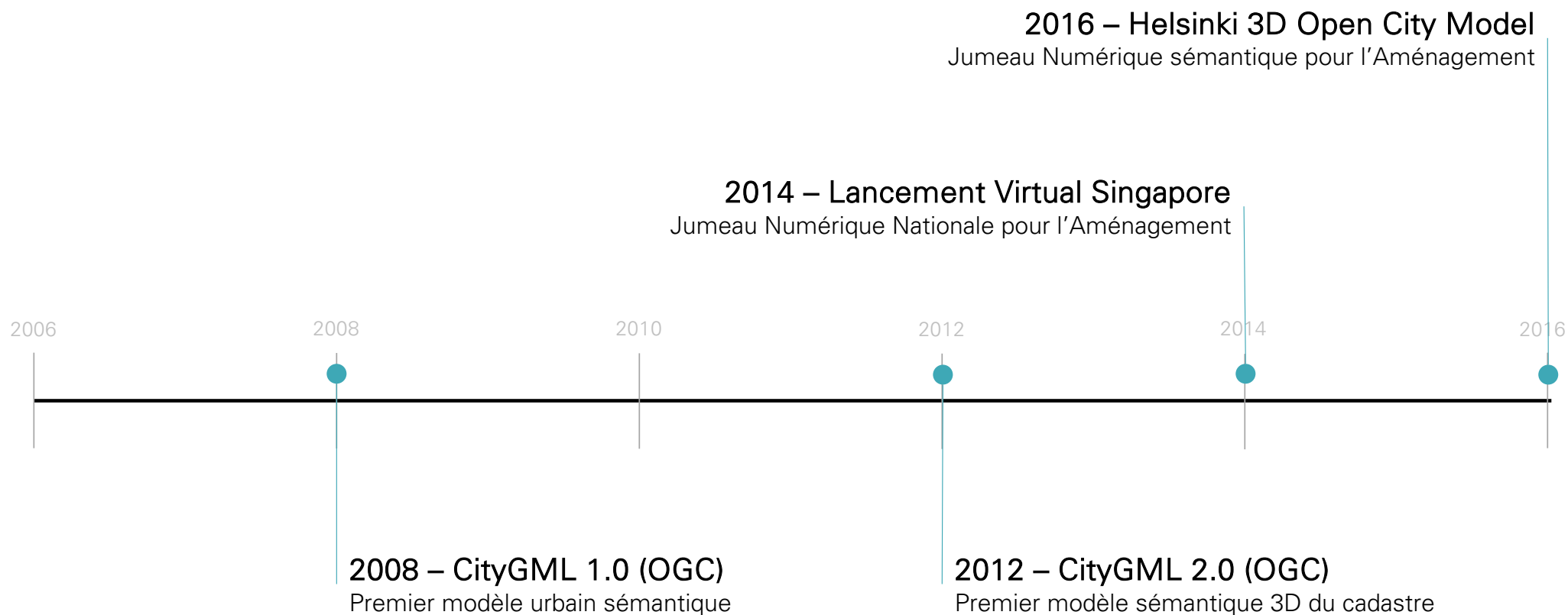


Simulateur Apollo 13 (<https://ntrs.nasa.gov>)



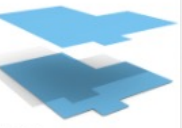













---

---

# Frise chronologique



# CityGML

	LOD x.0	LOD x.1	LOD x.2	LOD x.3
LOD0	 LOD0.0	 LOD0.1	 LOD0.2	 LOD0.3
LOD1	 LOD1.0	 LOD1.1	 LOD1.2	 LOD1.3
LOD2	 LOD2.0	 LOD2.1	 LOD2.2	 LOD2.3
LOD3	 LOD3.0	 LOD3.1	 LOD3.2	 LOD3.3



```

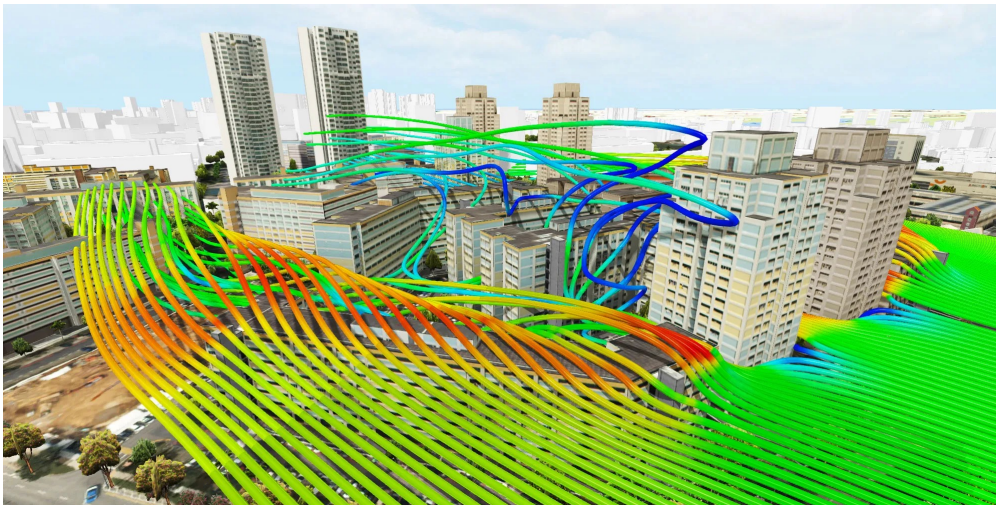
....
....
<import namespace="http://www.opengis.net/citygml/
2.0"
      schemaLocation="http://schemas.opengis.net/
citygml/2.0/cityGMLBase.xsd"/>
<import namespace="http://www.opengis.net/citygml/
building/2.0"
      schemaLocation="http://schemas.opengis.net/
citygml/building/2.0/building.xsd"/>
....
....
<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>

```



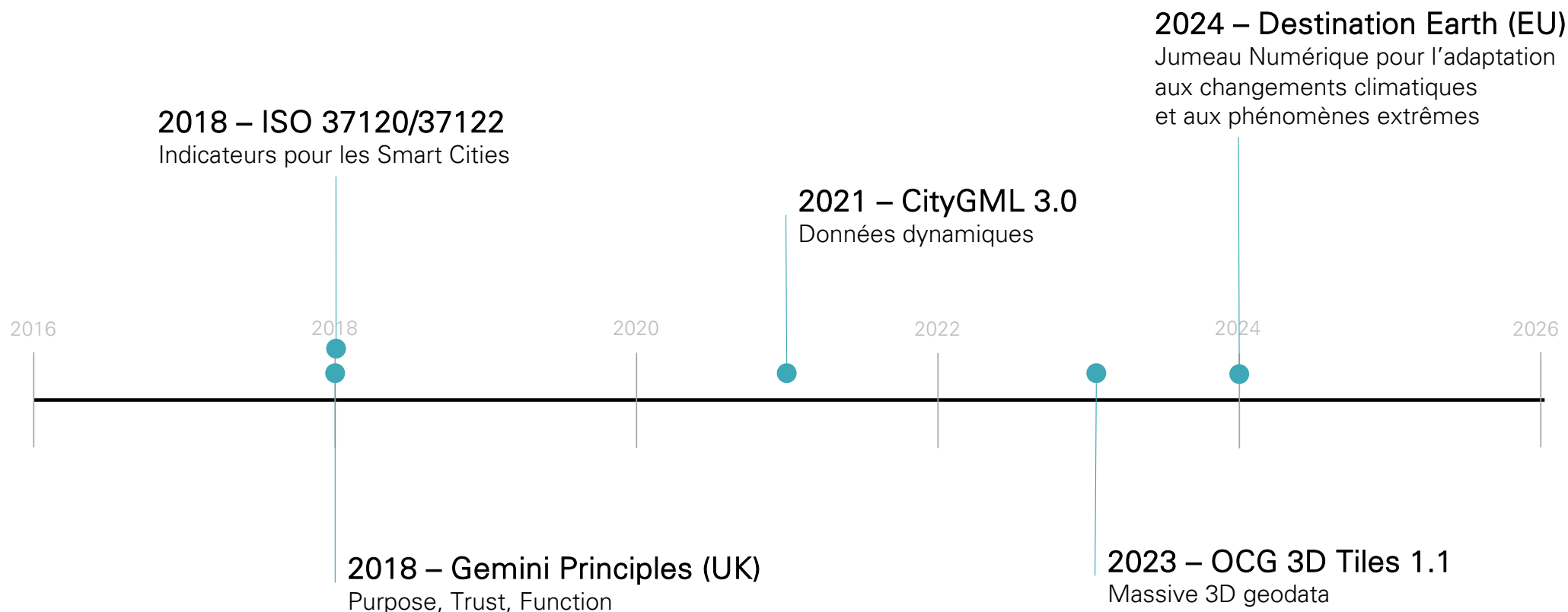
---

# Virtual Singapore (2014-2022)



---

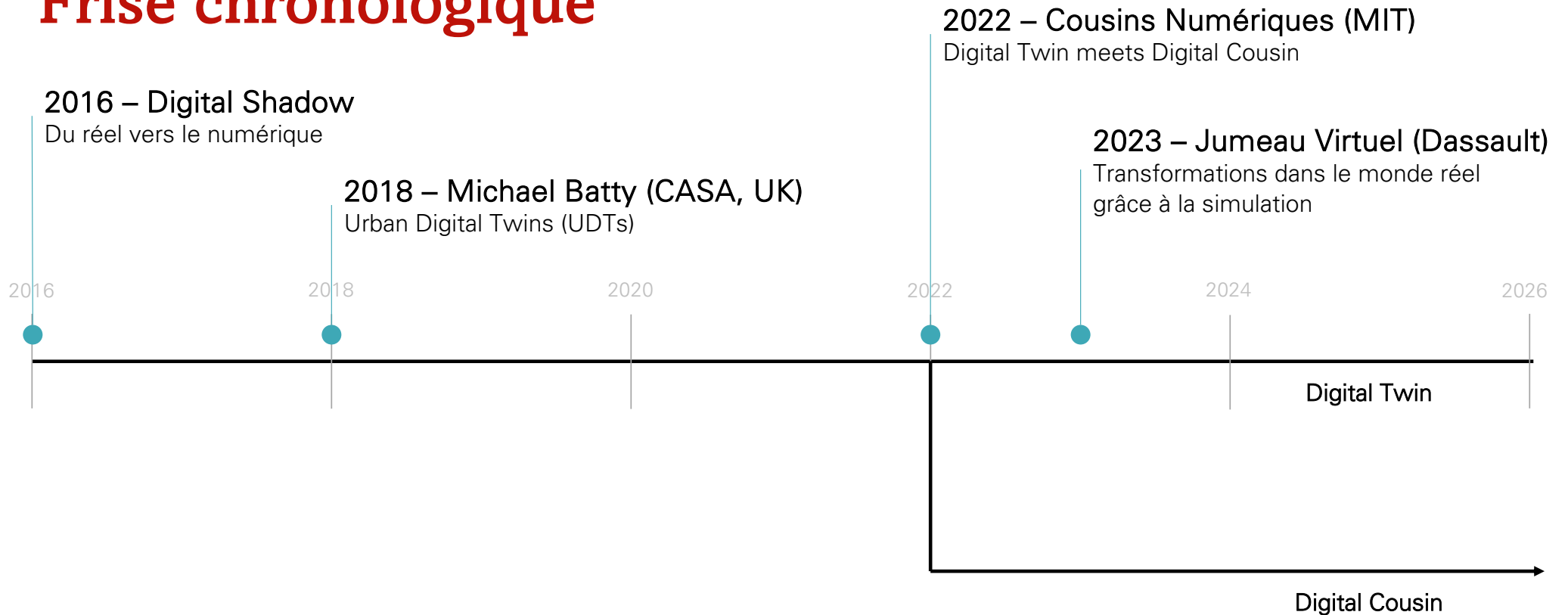
# Frise chronologique





---

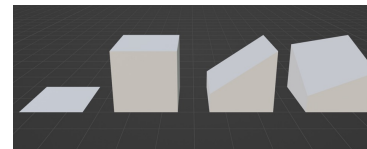
# Frise chronologique



# Les représentations 3D des objets géographiques



Nouages  
des  
Points

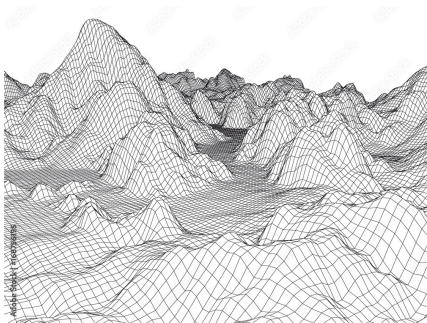


2D 2.5D 2.75D 3D



Volumes

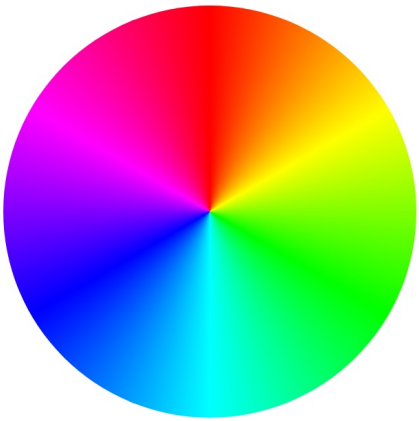
Mailles 3D



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

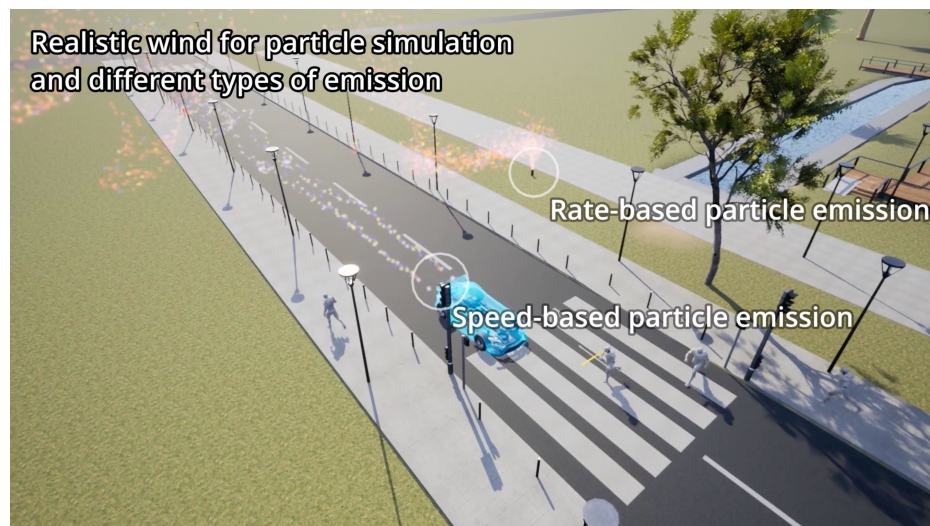




---

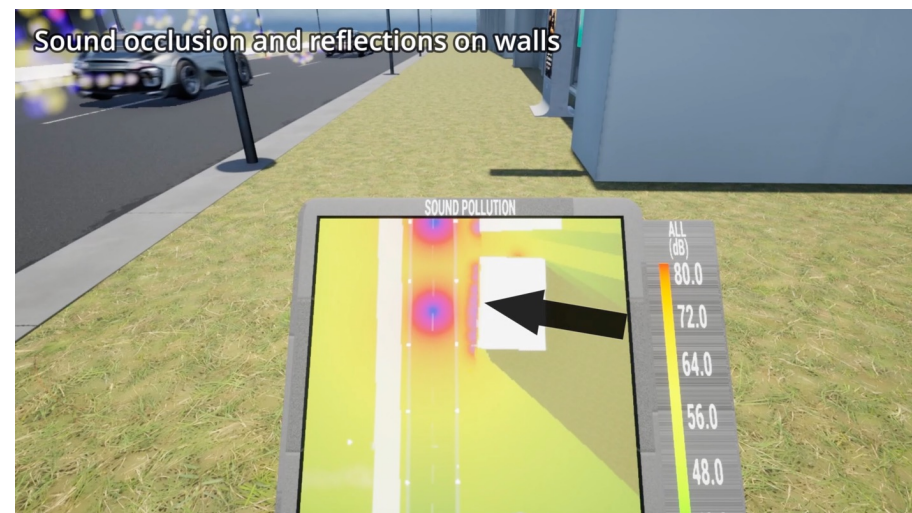
# Le cousin numérique de Nice Méridia

ISART<sup>+</sup>  
DIGITAL



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)

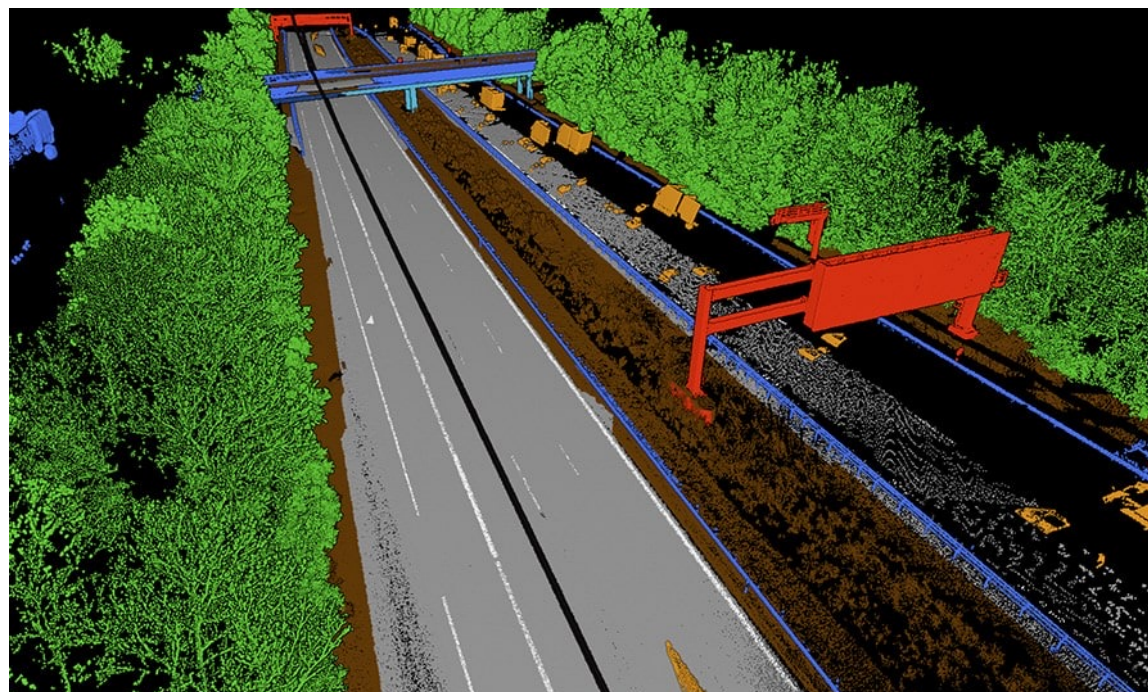
[matteo.caglioni@univ-cotedazur.fr](mailto:matteo.caglioni@univ-cotedazur.fr)



---

# 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.

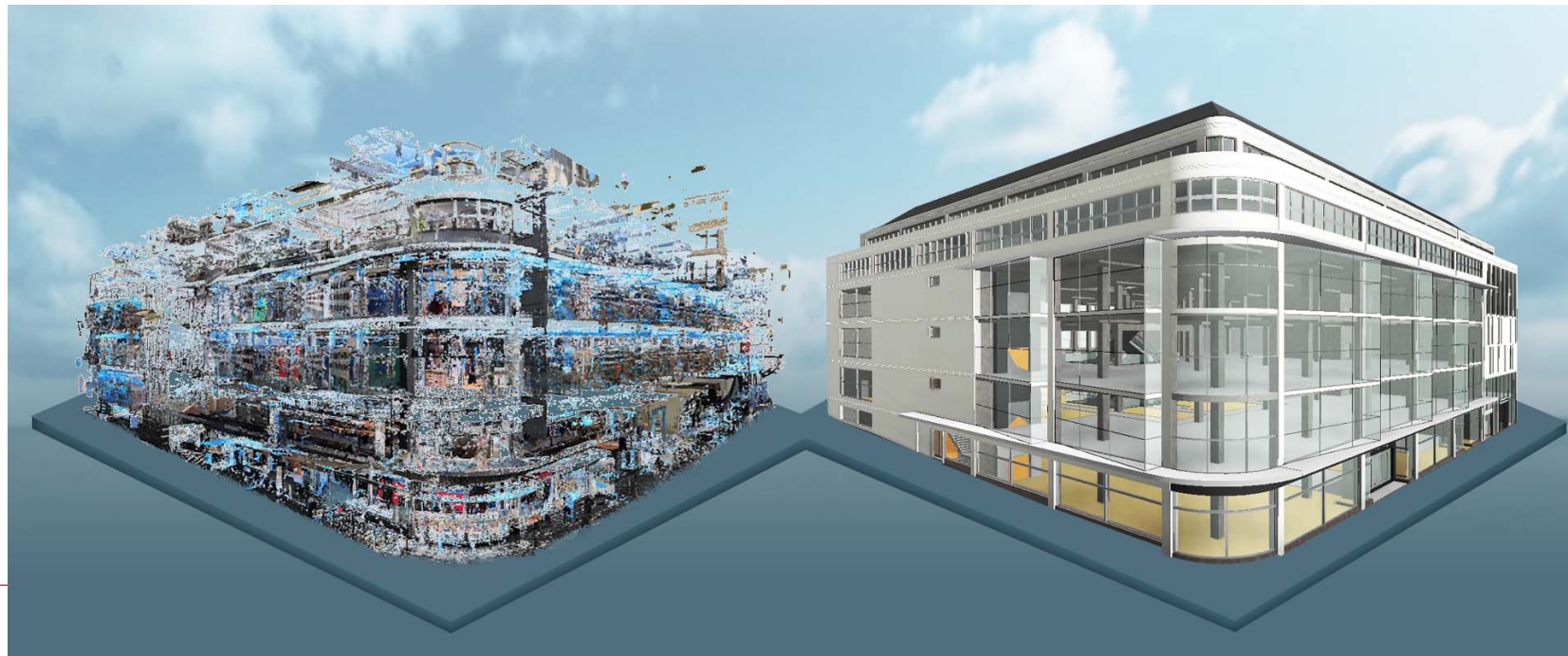




---

# 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
-