



HAL
open science

L'idéal de la ville répliquable au défi des éléments invisibles. De la perspective géométrique aux Digital Twins, les enjeux des liens entre l'espace urbain et ses représentations.

Marida Di Crosta, Boris Huljak, Caroline Chaux

► **To cite this version:**

Marida Di Crosta, Boris Huljak, Caroline Chaux. L'idéal de la ville répliquable au défi des éléments invisibles. De la perspective géométrique aux Digital Twins, les enjeux des liens entre l'espace urbain et ses représentations.. 9ème édition du colloque HyperUrbain, Nov 2023, Agadir (en ligne), Maroc. hal-04304026

HAL Id: hal-04304026

<https://hal.science/hal-04304026>

Submitted on 24 Nov 2023

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

Marida Di Crosta, Boris Huljak et Caroline Chaux

L'idéal de la ville répliquable au défi des éléments invisibles. De la perspective géométrique aux *Digital Twins*, les enjeux des liens entre l'espace urbain et ses représentations.

Mots-clés

Intelligence Artificielle hybride, ville idéale, transport de particules en suspension, apprentissage automatique basé sur les connaissances, perspective géométrique, carte de la pollution, jumeaux numériques, carte des vents.

Abstract

Un certain nombre de parallèles historiques et conceptuels importants ont été tracés entre le projet de « ville intelligente » gérée par les données et les algorithmes et le modèle de « ville idéale » élaboré en Italie à la Renaissance (Eaton 2002 ; Marongiu 2021 ; Kashima & Kigawa 2012). Centré sur l'être humain et ses valeurs, ce dernier visait à rationaliser l'organisation des espaces urbains. Il doit son succès à l'invention de la perspective, à savoir le modèle géométrique de représentation de la ville idéale développé par certains peintres et architectes et formalisé par Leon Battista Alberti.

De son côté, le modèle de la « ville intelligente » est centré le plus souvent sur l'élaboration de jumeaux numériques (*digital twins*) à l'échelle urbaine. Ces répliques multidimensionnelles sont utilisées en principe pour simuler des environnements et développer des scénarios prédictifs en réponse à des situations critiques éventuelles, afin de faciliter, voire automatiser, la prise de décision en temps réel.

Tant le projet de « ville idéale » que celui de « ville intelligente » participeraient donc du même désir, de la même nécessité de rationaliser la ville, d'appréhender l'espace urbain en le rendant mesurable afin d'améliorer les conditions de vie et de mobilité de ses habitants.

Les deux s'appuient sur des techniques de représentation des volumes spécifiques, chacune véhiculant une certaine idée, voire une certaine idéologie de la ville.

Si le modèle de la perspective géométrique construit une image du monde commensurable à l'homme et mesurable par l'homme, il sous-tend un ordre, un système particulier pour « penser » le monde (Arrasse 1999, 2010 ; Damish 1987), à l'instar de toute technique de représentation.

Il en va donc de même pour les jumeaux numériques à l'échelle urbaine, bien qu'ils soient conçus en principe afin de créer un environnement urbain plus vivable, durable et prospère pour les citoyens, en tirant parti de la technologie et des données pour améliorer l'ensemble de systèmes et services d'infrastructure urbaine (Allam 2020).

Au-delà des enjeux éthiques, politiques et économiques inhérents aux données elles-mêmes, à la façon dont elles sont collectées, traitées et échangées (Allam & Dhunny 2019) on peut également interroger la place véritable donnée à l'humain et plus généralement au vivant dans le cadre de ces projets techno-centrés. En effet, malgré les aspirations de la plupart des projets de jumeaux numériques à l'échelle urbaine à renforcer la participation des citoyens dans les processus décisionnels concernant le développement de la ville, le fait qu'ils reposent sur un ensemble limité de variables les rend par définition partiels. Une tension s'instaure entre l'enjeu réel et l'enjeu idéal, même à l'identique, alimentées par des données en temps réel, une représentation demeure le résultat de processus d'abstraction.

Cela paraît encore plus flagrant lorsqu'il s'agit de représenter et donc de prendre en compte et d'analyser l'état et le comportement d'éléments invisibles présents dans l'environnement urbain tels que le vent ou les particules polluantes.

Pour autant, la représentation de ces éléments se révèle un axe privilégié pour explorer les liens potentiels entre la ville physique et son jumeau numérique lorsque ce dernier adopte une approche hybride de l'intelligence artificielle (IA).

Ainsi nous nous appuyons sur une étude de cas exploitant le paradigme de l'IA hybride développée dans le cadre d'un projet de recherche international. En combinant des modèles basés sur la physique avec des méthodes d'IA élaborées à partir des données collectées, cette approche permet de créer une forme particulière de jumeaux numériques appelés substituts (Champaney *et alii* 2022).

A travers l'élaboration d'une carte du vent (*wind map*) informant sur les conditions du vent dans des zones urbaines, nous avons analysé le climat de l'un des quartiers de Singapour à partir de jumeaux numériques à l'échelle urbaine. Cela nous a permis de créer diverses applications en temps réel, incluant par exemple la prédiction et l'estimation en temps réel de conditions de vent dans la ville.

Nous avons également élaboré un modèle de simulation de trajectoire de la pollution aérienne, en mesure de suivre l'évolution future des particules polluantes, telles que celles émises par un navire de charge, par exemple. Et ce, jusqu'à prédire où et quand les gaz d'échappement auront un impact sur tel quartier de Singapour, en fonction de la direction du vent, de sa vitesse et de la position des bateaux.

Notre communication vise donc à mieux cerner les liens entre la représentation de l'espace urbain visible et l'invisible des éléments aériens l'environnant. Elle propose un regard critique vis-à-vis des visions exclusivement techno-déterministes de la ville dirigée par les données à travers la mise à l'épreuve d'un modèle/jumeau numérique prédictif de la pollution atmosphérique plus frugal, basé sur une approche hybride de l'IA.

Références bibliographiques

Allam Z. (2020) *Urban Governance and Smart City planning. Lessons from Singapore*, Bingley (UK): Emerald Publishing.

Allam Z. & Dhunny Z. (2019) "On big data, artificial intelligence and smart cities", *Cities* n°89, 80-91.

Arrasse D. (1999, 2010) *L'Annonciation italienne. Une histoire de perspective*, Paris : Hazan.

Champaney V., Chinesta F. Cueto E. (2022) "Engineering empowered by physics-based and data-driven hybrid models: A methodological overview", *International Journal of Material Forming* - Vol. 15, n°3.

Damish H. (1987) *L'origine de la perspective*. Paris : Flammarion.

Eaton R. (2002) *IDEAL CITIES - Utopianism and the (Un) Built Environment*, Londres : Thames & Hudson.

Marongiu, D. (2021) "The Ideal City: Space and Time (from the Renaissance to Smart Cities)", *ERDAL*, Aracne, 9-17.

Kashima A., Kigawa T. (2012) "Preliminary Essay on the Continuity of Town Planning Concepts of the Renaissance "Ideal City" and the Modern Town Planning", actes de la 15ème conférence IPHS (International Planning History Society), São Paulo.