



10 ans de SIG
au service
du territoire
métropolitain

Les premiers pas du jumeau numérique



Vincent TOURRE

Maître de conférence en informatique à l'École Centrale de Nantes. Membre du laboratoire AAU CRENAU

Thomas LEDUC

Ingénieur de recherche au CNRS. Membre du laboratoire Ambiances, architecture et urbanité (AAU) hébergé par l'École nationale supérieure d'architecture (ENSA) de Nantes - CRENAU

Le laboratoire Ambiances, architecture et urbanité (AAU) est installé à Nantes et à Grenoble. Plusieurs disciplines (sociologues, historiens, architectes, informaticiens, etc.) y collaborent. Ils étudient notamment le rapport entre la ville et la perception de ses usagers, et le rapport entre les acteurs de l'urbain.

Bien plus qu'une simple maquette 3D

Le Laboratoire AAU a commencé en 2021 à travailler sur un projet de jumeau numérique avec la DGO de Nantes Métropole. « Le jumeau numérique c'est bien plus qu'une maquette 3D. C'est une base de données dans laquelle on stocke toutes les données relatives à la ville qu'il faut avoir la possibilité de représenter en modèle 3D. Ça va des propriétés thermiques des bâtiments en passant par leur géométrie ou la position des réseaux enterrés. », explique Vincent Tourre. Un outil très complexe à mettre en œuvre. « Faire un jumeau numérique, c'est inté-

grer une certaine réalité de la ville dans la machine. Derrière il y a un travail humain de modélisation, de structuration de l'information, de choix faits pour les interfaces. L'intelligence artificielle pourra nous aider un jour, mais pour l'instant il faut le faire à la main. Nous travaillons sur les grandes étapes de la géomatique que sont, entre autres, l'acquisition, le stockage et l'usage des informations. Il faut pouvoir stocker la donnée de manière intelligible pour la machine, la restituer de façon utilisable pour l'humain et qu'elle ait un impact sur les politiques publiques », poursuit le chercheur.

Le ressenti thermique à l'échelle d'un pas

Ce travail sur le jumeau numérique avec la Métropole, le laboratoire AAU l'a démarré autour des questions thermiques. Les équipes du laboratoire travaillent notamment sur la notion de microclimat¹. « Avec le microclimat, nous sommes vraiment à l'échelle du corps. C'est l'effet rafraîchissant ressenti lorsqu'on circule en ville et que l'on ressent, en faisant un pas, lorsque l'on rejoint une zone à l'ombre avec un courant d'air frais. », détaille Thomas Leduc. Pour décrire et caractériser cette dimension microclimatique, le laboratoire AAU utilise un chariot mobile doté de capteurs qui mesurent le taux d'humidité, la vitesse du vent, la température de

l'air à hauteur de cheville ou de nuque, l'intensité du rayonnement courte ou grande longueurs d'onde dans toutes les directions de l'espace. « Conjuguées avec des observations de terrain, ces mesures permettent de caractériser la notion de confort thermique. Passer de l'ombre à la lumière se traduit généralement par un faible accroissement de la température d'air (de l'ordre du degré Celsius), mais un accroissement de 10 ou 20 degrés de température moyenne radiante. Ça revient à recevoir 1.000 watts par mètre carré de surface de peau, ce qui est la puissance d'un petit convecteur électrique », détaille Thomas Leduc.

1. Picoclimat : échelle d'étude du climat plus resserrée que celle de « microclimat »

Construire un jumeau numérique, c'est intégrer une certaine réalité de la ville dans la machine et la mettre en récit.



Superposition de tracés d'ombre le 21 mars à 10h et 13h (a), et à 13h et 16h (b) sur le Cours Cambronne à Nantes. On associe une température de couleur différente à chaque pas de temps. Cette technique permet de mettre en évidence d'éventuels corridors frais en période estivale.



La mise en récit des données

Une fois croisées, ces données peuvent être manipulées et représentées grâce au jumeau numérique. « Le jumeau numérique nous sert à la mise en récit, afin de comprendre les mesures complexes. Il rend visible la dynamique de l'ambiance thermique au cours de nos déambulations. Ce sont des phénomènes très fins, mais qui relèvent de l'expérience quotidienne de chacun d'entre nous », rapporte Thomas Leduc.

Pour mettre en récit ces données sur des cartes, le laboratoire AAU utilise les données transmises par Nantes Métropole. « Pour nos recherches sur le microclimat, nous avons besoin de tracés très précis avec les emplacements des potelets ou des bouches d'égouts pour accompagner la localisation et pour savoir où notre chariot a mesuré telle ou telle autre donnée ». L'autre intérêt du jumeau numérique, c'est de permettre de faire des simulations. « L'ambiance thermique d'un lieu s'éprouve sur l'instant. C'est intéressant de pouvoir faire des simulations et des projections sur plusieurs journées, semaines, ou années. » Le Laboratoire AAU travaille régulièrement avec la DGO et le pôle Climat de Nantes Métropole. Des relevés ont par exemple été faits pour le nouvel aménagement de l'espace Feydeau-Commerce, ou lors de l'installation de l'arbre artificiel rue Paul Nizan.

Un travail colossal

Cette amorce de recherche sur le jumeau numérique a permis de révéler deux éléments importants soulignés par Vincent Tourre : « D'une part, il faut intégrer le ressenti de la qualité de la ville. C'est un déterminant capital de certains choix des habitants. Par exemple, si les pistes cyclables sont agréables, on sera plus enclin à choisir son vélo plutôt que sa voiture. D'autre part, dans la construction de projets d'envergure comme le jumeau numérique, l'interopérabilité des informations est une question cruciale. Ça signifie que non seulement les systèmes doivent être interopérables, mais aussi les interfaces pour permettre à tous les services d'une métropole d'utiliser l'outil. C'est un travail colossal ».