

# digitaltwin

## PLAY BOOK

N°01  
JUIL.  
2024

FOCUS

## **Loos-en-Gohelle : une co-construction au service de la transition urbaine**

EN BREF

## **5 RAISONS D'OPTER POUR UN JUMEAU NUMÉRIQUE**

PAROLE D'EXPERT

## **BENOIT EYNARD**

PUBLICATIONS

## **À L'OMBRE DES JUMEAUX NUMÉRIQUES**



digitaltwin  
alliance



[www.digitaltwin-alliance.com](http://www.digitaltwin-alliance.com)







## Édito

Les jumeaux numériques ont quelque chose de formidable, offrant des possibilités d'usages multiples et protéiformes. Appliqués au monde de la construction de bâtiments, d'ouvrages énergétiques ou à la gestion de territoires, les jumeaux numériques dessinent des applications novatrices qui restent largement à imaginer.

Cependant, certains regardent ce nouvel outil avec crainte et scepticisme, face à la complexité technologique qu'il représente. Dans ce contexte, les promesses fracassantes n'aident pas et peuvent susciter méfiance et déception.

Aussi, avons-nous estimé qu'à ce stade d'émergence le marché avait besoin d'un espace d'échanges et de collaboration entre les professionnels, chercheurs, développeurs, intégrateurs et utilisateurs intéressés par le jumeau numérique. C'est cela la Digital Twin Alliance.

Nous ne sommes ni éditeurs de solutions informatiques, ni opérateurs, ni média, nous sommes animateurs de communautés. Inspirés par nos observations lors du BIM Tour, organisé pendant 3 ans pour le compte des organisations professionnelles, nous sommes convaincus de la vertu de s'appuyer sur les usages et les retours d'expériences pour accompagner le déploiement de jumeaux numériques.

Notre contribution pour animer cette nouvelle communauté prendra principalement deux formes : des rencontres régulières pour croiser les expériences et cette publication à paraître une dizaine de fois par an.

Bienvenue au sein de la Digital Twin Alliance ; ce club est le vôtre.

Patrick Falfus

# SOMM- AIRE

## 04

FOCUS

**Jumeau numérique et mobilité à Loos-en-Gohelle : une co-construction au service de la transition urbaine**

## 06

INTERVIEW DE...

**Geoffrey Mathon, Maire de Loos-en-Gohelle**

## 07

REGARD D'EXPERT

**Fabrice Vienne, Chef de projet numérique et chargé de mission Grands Projets à l'Université Gustave Eiffel**

## 08

EN BREF

**5 raisons d'opter pour un jumeau numérique**

## 10

PUBLICATIONS

**À l'ombre des jumeaux numériques**



## 09

PAROLE D'EXPERT

**Benoit Eynard, Enseignant Chercheur, Université de Technologie de Compiègne**





FOCUS

## Jumeau numérique et mobilité à Loos-en-Gohelle : une co-construction au service de la transition urbaine

**Le jumeau numérique promet d'être un outil précieux d'aide à la décision pour les collectivités. Tant en matière d'urbanisme et d'aménagement que de développement économique, il ouvre de nouvelles perspectives.**

**Comment ?**

**En permettant de visualiser, d'analyser et de gérer des projets de construction et des systèmes complexes (trafic, pollution, accessibilité, îlots de chaleur et de fraîcheur, consommation énergétique, risques d'inondation...), le jumeau numérique favorise des décisions raisonnées et inclusives.**

**Ces technologies, à la croisée de la simulation avancée et de la gestion de données massives, permettent une meilleure acceptation des projets par les citoyens, désormais acteurs du changement.**

**La ville de Loos-en-Gohelle, connue pour sa volonté résiliente, a pleinement conscience du potentiel de cette innovation. Raison pour laquelle elle a accepté de devenir le théâtre d'un projet ambitieux : le déploiement d'un jumeau numérique conçu en collaboration avec l'Université Gustave Eiffel dans le cadre du projet CityFAB.**

Située en plein cœur du bassin minier, près de Lens, Loos-en-Gohelle, commune de 7 000 habitants, est notamment réputée pour un choix qu'elle va prendre au début des années 90 : celui de mener un projet de résilience qui ne renie pas son passé de bassin minier. Contrairement à d'autres, la petite ville va prendre le parti de préserver ses sites – ce qui lui vaut aujourd'hui

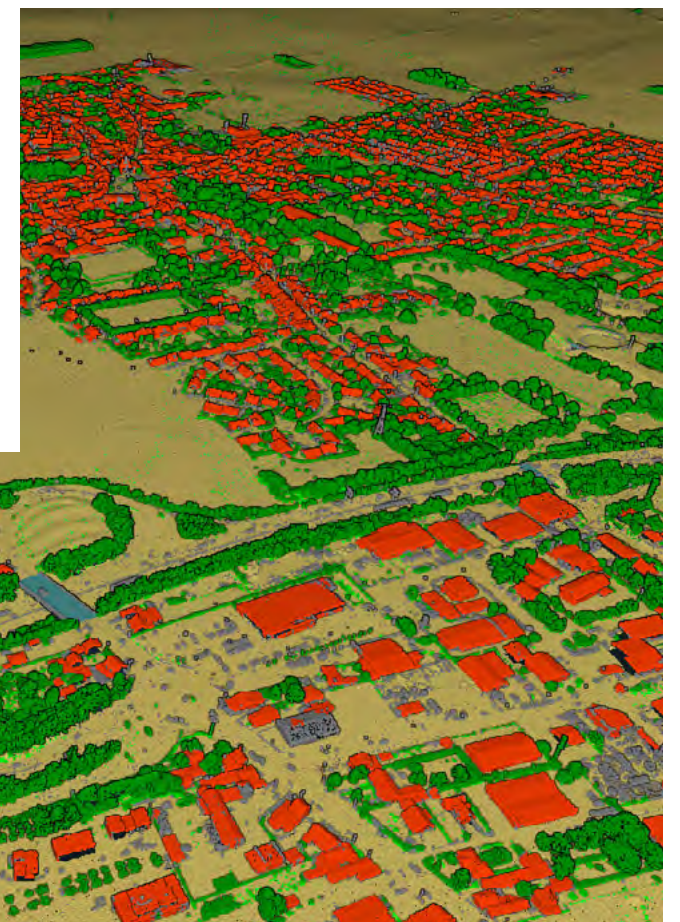
d'avoir les terrils les plus hauts d'Europe (187 mètres d'altitude). Un choix pas vraiment anodin qui témoigne de « la volonté de partir de ce que l'on est, explique Geoffrey Mathon, Maire de Loos-en-Gohelle. *Il s'agissait de montrer les atouts du territoire et de voir comment, solidairement, nous sommes capables de recréer un nouveau dynamisme et une nouvelle trajectoire au-delà de la mono-industrie que représentait le bassin minier.* »

C'est ainsi que, depuis le début des années 2000, Loos-en-Gohelle s'est transformée en terrain d'expérimentation. Autoproclamée « ville pilote du développement durable », elle s'est ensuite tournée vers la massification des transitions – fort de ses nombreux résultats énergétiques ou encore alimentaires (20% des terres du territoire sont bio). *Mais, difficile de travailler les transitions sans prendre en compte la question des mobilités.* Raison pour laquelle, depuis une dizaine d'années, Loos-en-Gohelle souhaite appréhender le sujet différemment ! « *Nous sommes convaincus que pour entrer en transition et embarquer les gens, il faut faire ensemble ; mettre en action les habitants. Nous avons pour cela mené toutes sortes de recherches-actions aux côtés de l'Université Gustave Eiffel et des habitants (apéro-mobilité, organisation de défis...) pour comprendre leurs habitudes et besoins en matière de mobilité, permettre de réinterroger la conception des politiques publiques et embarquer les citoyens vers le changement.* »

**Il s'agissait de montrer les atouts du territoire...**

*La transition ne peut pas être portée que par la technique. Pour preuve, aménager de nombreuses pistes cyclables ne garantit pas leur utilisation par les habitants ! Il est indispensable d'accompagner le changement, mais aussi de le penser ensemble pour qu'il soit in fine accepté par tous et véritablement utile. »*

Depuis 2022, Loos-en-Gohelle s'est donc tournée vers le jumeau numérique grâce au soutien de l'Université Gustave Eiffel et du projet CityFAB (voir encadré Bon à savoir en page 8). Son ambition ? Utiliser cet outil pour repenser ses espaces et mobilités en associant tous les acteurs locaux (élus, citoyens, urbanistes...) dans une démarche participative et transparente. En pratique, le jumeau numérique ne se limite pas à la représentation visuelle ; il est une plateforme collaborative favorable à la conception et la réalisation de projets d'aménagement qui répondent aux besoins et aspirations des habitants. Le futur jumeau numérique de Loos-en-Gohelle devrait ainsi propulser la ville vers un futur où technologie et citoyenneté se rencontrent pour redéfinir le paysage urbain.







## Interview de... Geoffrey Mathon, Maire de Loos-en-Gohelle

### Quel impact devrait avoir le jumeau numérique sur les processus de changement urbain et leur acceptation par la population ?

Dans les collectivités, même avec une approche globale et systémique, la projection est difficile – notamment sur des projets d'aménagement où il n'y a rien, comme c'est le cas sur des friches minières en reconversion. C'est une problématique que nous rencontrons à l'ouest de la ville sur une friche située à proximité de trois quartiers où vivent 2 000 habitants. 60 logements doivent y être construits dans un nouvel écoquartier, mais pour le moment ça n'est qu'une friche ! Notre futur jumeau numérique – en cours de conception par l'Université Gustave Eiffel – va représenter ce terrain, mais aussi l'ensemble des quartiers de cette zone. Nous ne voulions pas d'un jumeau numérique représentant uniquement l'emprise foncière du projet car, on le sait, la partie mobilité se joue à bien plus grande échelle. Ce modèle numérique permettra ainsi de connecter sur un même support tous les projets du périmètre et de mieux comprendre les déplacements naturels dans la zone. Le tout en facilitant la coopération entre les différents acteurs : élus, urbanistes, architectes, services de l'État et habitants.

### Comment le jumeau numérique favorise-t-il la co-construction et l'interopérabilité entre les acteurs locaux ?

Tous les acteurs vont pouvoir profiter d'une visualisation concrète de ce qui est envisagé et réellement possible en termes de construction et d'aménagement – avant même le premier coup de pioche de cet écoquartier.

Chacun va pouvoir donner son avis et proposer des choses, mieux prendre en compte les questions de mobilité dans les quartiers, mais aussi échanger plus facilement ensemble grâce à une seule interface compréhensible par tous (l'expert de l'État qui demande des mesures compensatoires sur l'espace, les habitants plus éloignés du sujet et qui vont venir au fur et à mesure s'y greffer...). La mairie dispose de peu de données utiles à notre futur jumeau numérique. Nous collaborons donc étroitement avec la Communauté d'agglomération de Lens-Liévin (CALL) qui dispose déjà d'un système d'information géographique et s'intéresse également au jumeau numérique.

Les données nécessaires à la construction de notre modèle numérique proviennent de fait de plusieurs sources, notamment du comité de pilotage spécial mobilité. Ce dernier a été créé il y a plusieurs années par la Communauté d'agglomération et est soutenu par le syndicat mixte des transports «Artois Mobilités » dans lequel sont présents tous les services concernés par la mobilité de chaque collectivité. Autre source de données : l'agence d'urbanisme de l'Artois. Cette interopérabilité\* est cruciale pour l'efficacité future du projet et repose grandement sur la collaboration et la confiance qui se sont développées entre les différentes entités concernées.

### En quoi le jumeau numérique peut-il transformer l'engagement des habitants dans les projets d'urbanisme ?

L'ouest de la ville est composé essentiellement de jeunes et de retraités qui n'ont pas l'habitude de faire entendre leur voix sur l'aménagement. L'approche numérique est très intéressante dans ce cas puisqu'elle permet de parler avec les habitants de sujets du quotidien au travers de représentations concrètes. Nous en sommes convaincus, le jumeau numérique est un outil de développement de territoire, mais aussi de lutte contre l'exclusion sociale puisqu'il permet d'inclure tous les habitants dans un projet ou une démarche via une représentation simple de l'espace. Le jumeau numérique est un outil qui témoigne également de l'intérêt de monter en compétences sur les questions du numérique. Et ce, avec les habitants. Notre futur outil va nous permettre de faire des visites virtuelles avec les habitants et de co-construire des ateliers en fonction de leurs réelles aspirations – notamment sur l'espace public. De quoi renforcer l'implication de chacun et faciliter la représentation de ce que l'on est en train de faire ensemble.

Il n'y a toutefois pas de miracle ! Le jumeau numérique est un outil qui nécessite un travail amont de sensibilisation et d'acculturation. C'est d'ailleurs tout l'intérêt des recherches-actions que nous menons avec l'aide de l'Institut Gustave Eiffel. Elles permettent d'entraîner une dynamique positive vers le changement de mobilité, mais aussi de méthode pour construire une ville plus agréable au quotidien.

### Qu'attendez-vous de votre jumeau numérique ?

Nous envisageons le jumeau numérique comme un outil stratégique d'aide à la décision pour une meilleure prise en compte de l'impact des aménagements sur la biodiversité, et pour optimiser les infrastructures existantes (ombrages...). Nous allons pouvoir visualiser et donc identifier ce qui fonctionne ou pas ; les conséquences de certains choix. Cela devrait également nous permettre d'éviter les projets surdimensionnés et nous aider à trouver l'équilibre entre les besoins et l'offre de services.

\* Capacité de différents systèmes, appareils ou applications à communiquer et à travailler ensemble de manière efficace.

L'objectif étant d'être plus pertinents dans les choix à opérer. Sur l'énergie, nous allons par exemple pouvoir vérifier la pertinence ou pas d'installer des panneaux photovoltaïques sur certaines toitures et voir si d'autres solutions ne sont pas plus intelligentes. De même, toutes les connexions en matière de mobilité qui, sur le papier, nous semblent très bien vont prendre forme dans le jumeau numérique et révéler leur vrai intérêt ou, à l'inverse, leur impact néfaste.

### Vous envisagez de l'utiliser à long terme ?

Bien sûr. Le jumeau numérique n'est pas un one shot ! Nous avons longtemps réfléchi au périmètre qu'il devait couvrir, car c'est un coût non négligeable qu'il faut indirectement « rentabiliser ». La partie ouest de Loos-en-Gohelle est vouée à beaucoup évoluer sur les vingt voire vingt-cinq prochaines années. La friche qui verra s'ériger 60 logements peut en accueillir jusqu'à 600. Par ailleurs, l'ouest de la ville est l'endroit où nous avons le plus de difficultés en matière de mobilité à cause de la route de Béthune que nous devons traverser pour relier le périmètre au centre-ville. Le jumeau numérique devrait nous aider à faire les bons choix : qu'est-ce qu'on préempte ou pas ? Il devrait aussi nous aider dans le cadre de la révision du PLU (plan local d'urbanisme) des quartiers ouest que nous allons mener en 2026 et 2027. Mais aussi sur les nouveaux projets de développement, d'aménagement et d'espace public en nous permettant l'intégration des images avant les réalisations. Même s'il représente un coût, le jumeau numérique a un réel intérêt puisqu'il doit nous permettre d'utiliser le denier public avec davantage d'efficacité et de justesse, en maximisant la pertinence des choix et donc des investissements sur tous les projets qui vont concerner le périmètre représenté, tout au long de son évolution.

### Comment envisagez-vous la gestion future du jumeau numérique ?

Loos-en-Gohelle, avec ses ressources limitées, ne peut envisager l'embauche de spécialistes tels que des géomaticiens. Nous comptons donc sur le support de l'agglomération de Lens-Liévin, qui renforce actuellement ses compétences en ingénierie pour soutenir ce type de projet. Nous allons aussi désigner un référent au sein de notre commune pour faciliter les échanges et assurer une bonne intégration du jumeau numérique dans nos opérations quotidiennes.

## Regard d'expert Fabrice Vienne,

Chef de projet numérique et chargé de mission Grands Projets à l'Université Gustave Eiffel



Il y a encore deux ans, les jumeaux numériques étaient « réservés » aux grosses agglomérations qui avaient les moyens de les développer et de les manier d'un point de vue technique. Les petites villes ont cependant elles aussi souhaité s'approprier cette innovation, mais dans la pratique, trois freins les en empêchent :

- Elles n'ont pas les équipes techniques pour pouvoir gérer ce genre de système.
- Elles n'ont pas les finances pour externaliser la conception et la gestion.
- Elles ont peu de données à disposition.

Pour permettre à Loos-en-Gohelle d'acquiescer un jumeau numérique, nous avons donc travaillé sur ces trois problématiques. L'Université Gustave Eiffel a apporté des moyens humains et financiers ainsi que nos résultats de recherches financés et validés par l'ANR (Agence nationale de la recherche). Nous avons ensuite eu de nombreuses discussions avec Loos-en-Gohelle pour identifier leurs besoins, mais aussi quelles étaient les données accessibles par la mairie. Les données sont indispensables ! C'est elles qui permettent de modéliser, simuler, afficher des données complémentaires ou des fonctions d'hyper vision, scénariser certains événements pour pouvoir ensuite faire évoluer l'environnement réel. Toutefois, ces données sont souvent multisources, hétérogènes (pas avec le même cadencement). Plus on a de données, mieux c'est. En revanche, plus on a de données et plus on doit pouvoir les agréger malgré leur syntaxe ou leur labellisation différentes. Techniquement, il faut faire en sorte que les données qui ne parlent donc pas la même langue puissent se comprendre pour in fine pouvoir les agréger et obtenir les informations qui permettront de répondre à une problématique. L'interopérabilité des données est un axe de recherche important transversal à tous les projets, car fondamental à la mise en place de chaque jumeau numérique.

En pratique, le jumeau numérique de Loos-en-Gohelle sera composé de vues aériennes avec des informations parcellaires, et d'images plus fidèles à la réalité sur certains axes. Objectif de ces dernières : immerger au mieux les habitants des quartiers dans leur propre environnement afin de travailler efficacement sur leurs modes de mobilités et leur faire comprendre le réel intérêt (dans leur quotidien) de faire du report modal et de passer par des mobilités plus douces. Pour ce faire, le jumeau numérique va permettre de mettre en situation les habitants grâce à des simulateurs de déplacements pour piétons et vélos. Un tout qui permettra de comprendre les usages et de les faire migrer. Dans le cas de la friche de Loos-en-Gohelle, les habitants pourront visualiser le projet de construction à venir grâce à un casque de réalité augmentée qui, couplé au jumeau numérique, superposera des images de synthèse sur les images réelles de la friche. »

Retrouvez l'intervention de Fabrice Vienne lors de notre événement du 4 juillet 2024.





## En bref

# 5 RAISONS D'OPTER POUR UN Jumeau NUMÉRIQUE

## 1 L'INDICE DE VITALITÉ URBAINE :

le jumeau numérique permet de définir un indice de vitalité qui évalue et prévoit le dynamisme d'un futur quartier. Cet indice analyse la présence de services de proximité, l'attractivité du quartier pour les résidents et visiteurs, ainsi que l'impact sur les mouvements de population.

## 2 L'IMPACT SUR LES INFRASTRUCTURES SOCIALES :

les données recueillies orientent sur la nécessité de certaines infrastructures essentielles comme des écoles pour augmenter la vitalité du quartier.

## 3 LA PARTICIPATION DES ACTEURS LOCAUX :

le projet favorise une collaboration étroite entre les municipalités, les futurs usagers, les développeurs immobiliers, et autres parties prenantes pour discuter et réorienter les plans selon les besoins. Cette approche collaborative assure que le projet réponde mieux aux attentes des habitants et futurs usagers.

## 4 L'ATTRACTIVITÉ :

la présentation d'un projet via un jumeau numérique sert également à attirer des investisseurs en démontrant le potentiel commercial du développement urbain envisagé.

## 5 LA SENSIBILISATION ET L'ENGAGEMENT DES CITOYENS :

le jumeau numérique sert d'outil de sensibilisation pour les résidents, en leur montrant l'impact des projets sur leur environnement direct et en les incitant à participer activement à la transformation de leur quartier.

“ Les enjeux scientifiques en lien avec le développement d'un jumeau numérique sont, d'un côté, propre à la recherche : l'interopérabilité de données issues de sources très variées et leur annotation. De l'autre, l'enjeu est de rendre cette modélisation 3D utile pour répondre aux besoins des petites collectivités. D'où la nécessité d'une co-construction pour développer un outil qui leur soit véritablement utile et maintenable sur le long terme.

**Christine Speck,**  
Cheffe de projet CityFAB  
à l'Université Gustave Eiffel

## BON À SAVOIR



CityFAB est un projet d'établissement lauréat de l'appel à projet « ExcellencES sous toutes ses formes ». Un programme de France 2030 ayant vocation à financer le développement de projets « signatures » des universités lauréates. Monté en partenariat avec le CNRS, CityFAB a pour ambition d'accompagner les collectivités proches des différents campus de l'Université Gustave Eiffel dans leurs trajectoires de transitions par des recherches-actions « sur mesure » et le développement de programmes de formation et de dispositifs de diffusion des savoirs. À chaque collectivité son dispositif d'accompagnement.

En partant des besoins exprimés par les collectivités intéressées, CityFAB propose des programmes scientifiques comprenant non seulement une dimension recherche, mais aussi de la formation et de la diffusion des connaissances autour de communautés d'apprentissage rassemblant les différentes parties prenantes (chercheurs, élus, personnels techniques, citoyens).

## Parole d'expert

**Benoit Eynard,**  
Enseignant Chercheur,  
Université de Technologie  
de Compiègne



Expert pour l'Agence nationale de la recherche ou encore l'Alliance Industrie du Futur, Benoit Eynard est responsable d'une équipe de recherche en génie industriel au sein du Laboratoire Roberval de l'Université de Technologie de Compiègne (UTC). Enseignant-chercheur, il est reconnu pour ses travaux scientifiques dans les domaines de la gestion du cycle de vie des produits, la conception collaborative ou l'ingénierie système. Nous lui avons donc demandé de nous partager sa vision du jumeau numérique pour les secteurs de la Construction et de l'Exploitation. Il dresse ainsi un état actuel de cette tendance, non sans écarter certaines idées reçues.

### Lever le flou entre BIM et jumeau numérique

Si nous avons besoin d'une maquette numérique pour faire un jumeau numérique, pour autant le BIM n'équivaut pas à un jumeau numérique, car il va falloir connecter le modèle 3D à un système réel à priori en fonctionnement ou à des hypothèses simplifiées de son fonctionnement. Il faut une interaction bidirectionnelle - c'est-à-dire que le système réel renvoie des données sur son état de fonctionnement - pour que l'on puisse parler de jumeau numérique. C'est pour cela que l'expression « jumeau numérique de conception » n'a pas de sens puisqu'on ne peut pas faire un jumeau numérique de quelque chose qui n'existe pas encore !

### Deux travers ou deux biais fréquents

Le jumeau numérique n'induit pas nécessairement une supervision en temps réel. S'il y a bien une boucle de retour d'informations, les métriques - temporalités et périodes - restent à calibrer correctement selon les besoins... qui peuvent être de l'ordre de l'heure si l'on parle de climatisation d'un bâtiment ou du dixième de seconde dans le cadre d'une centrale nucléaire où il vaut mieux maîtriser l'ensemble des paramètres, car toute déviance est critique. Tout est donc affaire de dimensionnement et d'architecture intégrant la dimension temporelle du fonctionnement ou des interactions du jumeau numérique. De même, un jumeau numérique pourrait se matérialiser par un tableau de bord bien pensé avec des visuels qui renvoient à la réalité du système, mais surtout avec des alertes - qui sont quant à elles des données numériques - possiblement associées à des images statiques. Dans la lignée de la maquette numérique, beaucoup pensent qu'il faut de la 3D pour faire un jumeau numérique. Si cela est plus confortable en matière de visualisation, ce n'est en rien une obligation, car cela renvoie à des coûts de développement non négligeables qui ne sont pas forcément utiles.

### Une relative maturité

En pleine montée en puissance du BIM, le secteur de la Construction et de l'Exploitation a pris ce nouveau virage : chose que je n'aurais pas dite il y a cinq ans. Un certain nombre d'acteurs ont ainsi développé leur propre feuille de route en matière de jumeaux numériques. Au-delà de la compréhension de l'utilisation et de la criticité de tenue d'un ouvrage - qui permettent la mise en place plus rapide de stratégies de surveillance et de diagnostic - un autre intérêt du jumeau numérique est apparu : les retours d'expériences pour des opérations futures. Bien que son implémentation et son exploitation industrielles soient encore parcellaires et ambitieuses au regard de ce qu'il est possible de réaliser dans ces secteurs, ce sont des débuts prometteurs. Et dans cinq ans ? L'enjeu porte évidemment sur le climat et l'énergie. Les jumeaux numériques compléteront les analyses d'impact d'environnemental sur la globalité du cycle de vie. Les datas remontées serviront à identifier des mésestimations de conception, de simulations, de construction ou des défauts d'exploitation, et de les qualifier en RETEX pour de futurs projets. Finalement, le jumeau numérique permet d'être plus vertueux sur toute la chaîne par le suivi de paramètres qui ne pouvait l'être du fait de la segmentation des acteurs.

### Partir des besoins...

Il suffit de se poser la question « Dans quel environnement sera installée cette infrastructure ? » pour toucher du doigt qu'un jumeau numérique doit pouvoir intégrer une logique de système de systèmes. Il y a des enjeux multiéchelles et multidisciplinaires, car un ouvrage (un territoire encore plus) fait appel à d'autres expertises que simplement celles de la problématique de construire. Un jumeau numérique c'est ainsi avant tout de la donnée réelle à restituer et à exploiter. À noter : s'il combine différentes sources d'informations, cela ne veut pas dire qu'elles soient forcément disponibles en son sein. Quoi qu'il en soit, ce sont les fonctionnalités et les usages attendus qui doivent guider son dimensionnement pour que l'investissement soit pertinent et réponde à des besoins bien établis au départ.

### ...pour se transformer

J'observe que le secteur en est aux questions du « comment faire concrètement », quelles technologies, quelles architectures sont nécessaires aux jumeaux numériques. La conscience des enjeux de normalisation est d'ailleurs quasiment plus poussée que dans l'industrie manufacturière. Les acteurs ont développé des directions et des départements dédiés. Il faudra compter sur de nouveaux métiers pour architecturer, implémenter, mais aussi assurer la maintenance et les évolutions des jumeaux numériques, en plus d'une ingénierie d'applications pour formaliser les usages et répondre aux besoins des utilisateurs finaux. L'intégration de ces nouveaux profils - plus juniors - sera alors cruciale pour la montée en compétences internes des entreprises qui consolidera la maturité du secteur.



# À l'ombre des jumeaux numériques

Un peu de lecture pour cet été ? Pour vous, nous avons commencé à recenser différentes publications académiques, scientifiques ou techniques. Une manière d'approfondir ce concept et ses implémentations, mais aussi de repérer des personnes qui travaillent sur les jumeaux numériques.

## RAPPORT - LIVRES

### **Jumeaux numériques : outils pour la gestion de crise sur les territoires ?**

Rapport introductif.  
Lebas Audrey.  
ULiège, 2023.

[En savoir plus >](#)

### **La révolution multivers : le jumeau numérique au cœur du renouveau industriel européen**

Verzelen Florence.  
Hermann, 2023.

[En savoir plus >](#)

### **Nouvelles perspectives du BIM. Le jumeau numérique de la construction intelligente**

EDUBIM sous la direction de Roxin Ana.  
Editions Eyrolles, 2022.

[En savoir plus >](#)

### **Le jumeau numérique : de l'intelligence artificielle à l'industrie agile**

Julien Nathalie & Martin Eric.  
Dunod, 2020.

[En savoir plus >](#)

## ARTICLES - COMMUNICATION - CONFÉRENCES

### **Helsinki 3D : un outil dynamique et collaboratif pour la gestion du patrimoine bâti**

Frucquet Pascal. Action publique. Recherche et pratiques, n°20, 2024.

[En savoir plus >](#)

### **Un jumeau numérique pour l'adaptation résiliente et durable des réseaux d'eau**

Piller Olivier. 33<sup>e</sup> Journée de la recherche : Jumeau numérique de la France - Faire commun avec les jumeaux thématiques et territoriaux, Champs Sur Marne- Université Gustave Eiffel, IGN et ENSG-Géomatique, 2024

[En savoir plus >](#)

### **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**

Di Crosta Marida, Huljak Boris & Chauv Caroline. 9<sup>e</sup> édition du colloque HyperUrbain, Agadir, Maroc, 2023.

[En savoir plus >](#)

### **Une approche du territoire orienté modèle et jumeau numérique pour la gestion des risques**

Wienin Jean-Samuel, Tixier Jérôme, Bony-Dandrieux Aurélie & Zacharewicz Grégory. TERINT 2023 - 2<sup>e</sup> rencontres scientifiques sur les territoires intelligents, Ajaccio, 2023

[En savoir plus >](#)

### **Aide à la conception de l'architecture d'un jumeau numérique par la modélisation des données**

Nefti Doha, Hamzaoui Mohammed Adel, Julien Nathalie & Balkaid Fayçal. CIGI QUALITA MOSIM 2023 Propulser la performance, Trois-Rivières, Canada, 2023.

[En savoir plus >](#)

## PUBLICATIONS EN ANGLAIS

### **Integrating Human-Centricity, Sustainability, and Resilience in Digital Twin Models for Industry 5.0: A Multi-Objective Optimization Approach**

Bezoui Madani, Slama Ilhem, Bounceur AHCENE, Qaisar Saeed Mian, Hammoudeh Mohammad & Almaktoom Turki Abdulaziz. Congrès annuel de la Société française de Recherche opérationnelle et d'Aide à la décision, Amiens (Université Picardie Jules Verne), 2024.

[En savoir plus >](#)

### **Retrospective on the Digital Twin concept and perspectives for railways: the case of SNCF Réseau**

Chartrain Alexis, Dessagne Gilles, Haddad Noël & R.C. Hill David. 2<sup>e</sup> Congrès annuel de la SAGIP, Lyon, 2024.

[En savoir plus >](#)

### **From modeling and simulation to Digital Twin: evolution or revolution?**

Ali Zeeshan, Biglari Raheleh, Denil Joachim, Joost Mertens, Poursoltan Milad & Traore Mamadou Kaba. SIMULATION: Transactions of The Society for Modeling and Simulation International, 2024.

[En savoir plus >](#)

### **Digital Twin of Calais Canal with Model Predictive Controller: A Simulation on a Real Database**

Ranjbar Roza, Segovia Pablo, Duviella Eric, Lucien Etienne, Maestre Jose & Camacho Eduardo. Journal of Water Resources Planning and Management, 2024

[En savoir plus >](#)

### **Digital Twins for cities: Analyzing the gap between concepts and current implementations with a specific focus on data integration**

Jeddoub, I., Nys, G.-A., Hajji, R., & Billen, R. International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation, 2023

[En savoir plus >](#)

### **Advanced model order reduction and data-driven technologies enabling physics augmented digital twins**

Champaney Victor. Thèse, HESAM Université, 2023

[En savoir plus >](#)

### **Digital Twin Implementation for Predictive Maintenance**

Nahi Anouar, Hadji Makhlouf, Denis Guillaume & Khebbache Selma. DIGITWIN, Gif-sur-Yvette, France, 2023.

[En savoir plus >](#)

### **Digital Twin Architectures for Railway infrastructure**

Bouali Maryem, Sammuneh Muhamed Ali, El Meouche Rani, Ababsa Fakhreddine, Salavati Bahar & Viguier Flavien 8th International Conference on Smart City Applications (SCA'23), Paris, 2023

[En savoir plus >](#)

### **A Digital Twin platform for purpose-driven modelling**

Schuetze Manfred, Förster Leonie, Gübner Christian & Alex Jens. Novatech : 11<sup>e</sup> Conférence internationale sur l'eau dans la ville, Lyon, 2023

[En savoir plus >](#)

### **Digital twin for decision making to manage port operation with uncertainties: a knowledge approach based on machine learning**

Wattanakul Siraprapa. Thèse, Université Lumière, Lyon II, 2022.

[En savoir plus >](#)

digitaltwin  
PLAY  
BOOK

  
digitaltwin  
alliance

[www.digitaltwin-alliance.com](http://www.digitaltwin-alliance.com)



Suivez-nous

