



# L'essor du jumeau numérique (Digital Twin) : l'arme secrète pour des opérations de haut niveau



## Avant-propos et contenu

Les PDG du monde entier prennent conscience de l'importance des jumeaux numériques (Digital Twin). En 2021, le secteur mondial du jumeau numérique était évalué à 6,5 milliards de dollars, et devrait atteindre 125,7 milliards de dollars<sup>1</sup> d'ici 2030. Le nombre d'entreprises qui utilisent un jumeau numérique ayant augmenté de 40 % entre 2020 et 2022<sup>2</sup>, il est clair que cette technologie émergente a le potentiel de façonner l'avenir des entreprises.

Mais de quelle manière un jumeau numérique peut-il donner à votre entreprise un avantage concurrentiel ? Quelles sont les possibilités qu'offrent cette technologie pour améliorer la capacité opérationnelle ? Et un jumeau numérique peut-il être responsable de la reproduction du succès ?

Cet eBook retrace l'histoire de cette technologie. Nous ferons appel à des experts importants du secteur pour avoir un aperçu des avantages tangibles, des cas d'usage et des réflexions sur ce que l'avenir réserve à cette technologie complexe mais puissante.

Table des matières	Pages
Contributeurs	3
Définition du jumeau numérique	4-5
Relever les défis de la chaîne d'approvisionnement mondiale	6
Plus les données sont détaillées, plus les besoins en stockage augmentent.	7-8
Une solution transversale pour stimuler l'efficacité opérationnelle	9
Optimiser, simuler, anticiper : cas d'usage spécifiques au secteur d'activité	10-11
L'avenir du jumeau numérique : une meilleure intégration, une adoption plus large par l'industrie	12
Résumé et informations sur Kingston	13

# L'essor du jumeau numérique : l'arme secrète pour des opérations de haut niveau



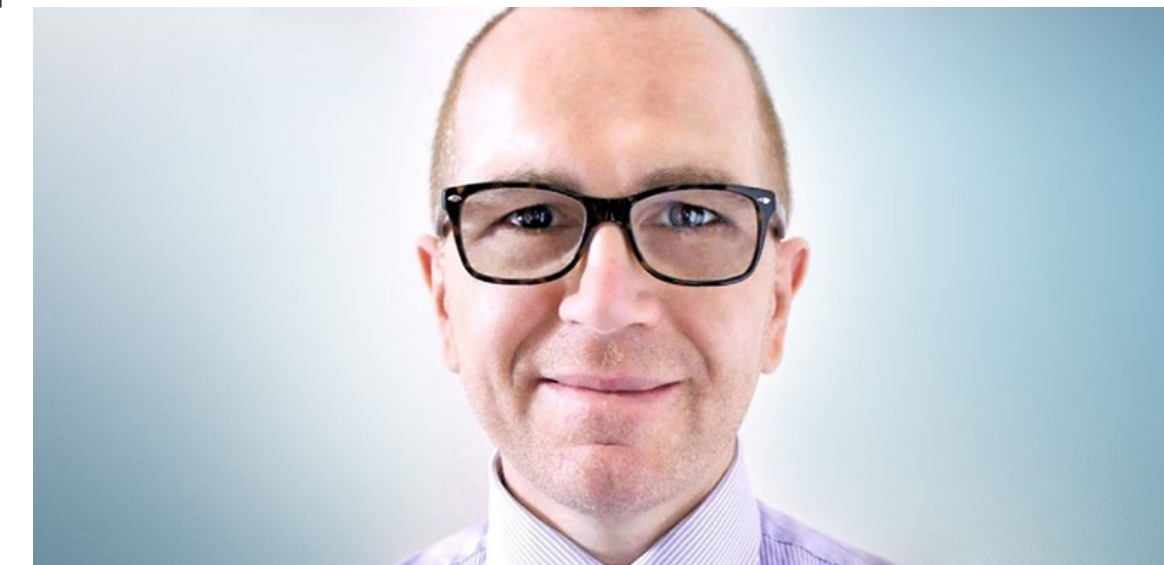
## Contributeurs

Cet eBook a été créé par deux experts du secteur de l'informatique et des technologies émergentes.



### Rafael Bloom

Rafael a passé sa carrière à des postes de direction dédiés aux produits technologiques, de communication marketing et de développement commercial. Sa pratique du conseil se concentre sur les nouveaux défis organisationnels, produits et communication liés aux changements technologiques et réglementaires. Ce travail très diversifié implique une expertise de la gouvernance et de la conformité de l'information (dès la conception), de la confidentialité des données et des technologies émergentes telles que l'AdTech, le mobile et la 5G, l'intelligence artificielle et le Machine Learning.



### Giuliano Liguori

Giuliano Liguori est un leader mondial dans le domaine du numérique et de l'innovation. Ouvert d'esprit et dynamique, il est réputé pour ses résultats, en particulier dans l'exploitation de la transformation numérique grâce à l'adoption des meilleures stratégies et techniques de gestion. Il est actuellement directeur des systèmes informatiques pour une organisation du secteur public italien, membre du conseil d'administration du CIO Club Italia (association italienne des DSI et des responsables informatiques), et influenceur professionnel et ambassadeur de marque sur les réseaux sociaux. Il collabore avec des start-ups, des agences numériques et des entreprises du monde entier.


La pandémie a sans aucun doute façonné nos interactions actuelles avec la technologie. Mais a-t-elle été le catalyseur de l'adoption du jumeau numérique ? Dans certains cas, cela peut être vrai, car les entreprises ont cherché de nouveaux moyens de fonctionner à distance et de manière numérique. Cependant, le « jumeau numérique » était déjà utilisé dans toute une série de secteurs depuis de nombreuses années, et l'adoption de cette technologie est bien antérieure à la pandémie de COVID-19.

Les jumeaux numériques ont de nombreuses utilisations dans tous les secteurs. Ils offrent des données précieuses sur la force et la fonctionnalité d'un produit, ainsi que sur ses limites, le tout sans affecter physiquement les prototypes. Lorsque le succès d'une entreprise repose sur la réduction des déchets, des délais de mise sur le marché plus courts et une connaissance approfondie des clients, l'application des jumeaux numériques devient encore plus attrayante.

Cela dit, même si l'on entend de plus en plus ce terme, il s'agit encore d'un mot à la mode qui manque souvent d'une définition claire. Et sans cette clarté, il peut s'avérer très complexe de savoir comment et où utiliser un jumeau numérique. Et, plus important encore, comment générer une valeur maximale qui vous donne un avantage.

Essentiellement, un jumeau numérique est une réplique numérique d'un produit, d'une opération, d'une fonction ou d'un système physique, qui peut être utilisée pour la simulation, la prédiction et l'optimisation. Il s'agit d'une représentation informatisée qui agit comme une contrepartie numérique, reproduisant les données recueillies sur cette entité physique. Ces données peuvent être utilisées pour produire des simulations et prévoir avec plus de précision le fonctionnement d'un processus ou d'un produit, et peuvent être générées par plusieurs types de jumeaux numériques :

- ❑ un jumeau de produit, qui représente un produit physique ;
- ❑ un jumeau d'usine de production, qui pourrait reproduire une installation de fabrication entière ;
- ❑ un jumeau de chaîne d'achat et d'approvisionnement, c'est-à-dire un jumeau de réseau ;
- ❑ un jumeau d'infrastructure, qui peut reproduire numériquement des actifs et des processus locaux ou mondiaux.

A night-time aerial view of a city with a network of glowing white lines and nodes overlaid on the buildings and streets, representing digital connectivity.

« Dans de nombreux cas, le déploiement de la 5G est un catalyseur. Par exemple, dans le cas du jumeau numérique d'une usine de fabrication, où le déploiement de capteurs compatibles avec la 5G permet une surveillance en temps réel. La 5G était dans le pipeline depuis des années, et pourrait être considérée comme le catalyseur majeur de cette technologie.

**Rafael Bloom**

Les jumeaux numériques ont une autre utilisation largement répandue : leur association avec la conception assistée par ordinateur, ou la fabrication assistée par ordinateur (CAO ou FAO). Bien que les jumeaux numériques puissent être utilisés en conjonction avec la CAO/FAO et en découler (en particulier le type utilisé dans l'industrie mécanique pour concevoir des composants), ce sont deux concepts différents.

Ils se distinguent par certaines fonctionnalités. Par exemple, la couche de connectivité qui relie le bien physique au bien numérique, laquelle est absente de la CAO/FAO. En outre, les logiciels de CAO/FAO sont utilisés pour concevoir et fabriquer des objets physiques, alors que les jumeaux numériques sont utilisés pour reproduire virtuellement et analyser les caractéristiques et les comportements d'objets physiques.



Les jumeaux numériques peuvent être créés à l'aide de logiciels et d'outils spécialisés, tels que des outils d'ingénierie assistée par ordinateur (IAO) et des capteurs de l'Internet des objets (IoT). Ils nécessitent généralement des processus tels que l'acquisition de données, la modélisation et la simulation.

**Giuliano Liguori**

De nombreux experts du secteur s'accordent à dire que les problèmes actuels de la chaîne d'approvisionnement mondiale ont permis au jumeau numérique, en tant que concept, de briller. Et que ces conditions ont dévoilé des défis auparavant inconnus. Par exemple, un jumeau numérique peut être utilisé pour réimaginer les opérations de la chaîne d'approvisionnement et aider les entreprises à mieux gérer leurs ressources. En ayant accès à des données et à des simulations en temps réel, les entreprises peuvent identifier les goulots d'étranglement, améliorer l'efficacité et réduire les déchets. Les jumeaux numériques peuvent également être utilisés pour anticiper et atténuer les perturbations potentielles de la chaîne d'approvisionnement, telles que celles causées par la pandémie de COVID-19.

Dans certains cas, l'adoption de jumeaux numériques dans la chaîne d'approvisionnement a également permis de révéler des défis jusqu'alors inconnus, tels que la nécessité d'améliorer la gestion des données ou l'intégration de nouvelles technologies. Toutefois, les jumeaux numériques ne sont qu'un des nombreux outils pouvant être utilisés pour relever ces défis, et l'efficacité desdits outils dépendra des besoins et des capacités spécifiques de chaque entreprise.

Chez Kingston, nous développons des SSD pour datacenters adaptés à la demande de nouvelles technologies. Poussant la vitesse, la capacité et la fiabilité encore plus loin, nous avons ajouté tout un arsenal de fonctionnalités améliorées

pour une meilleure stabilité à des vitesses extrêmes et des performances là où elles sont le plus nécessaires. Nous aidons nos clients à éviter des augmentations de coûts significatives dans les années à venir, en mettant à niveau leur informatique existante. Ainsi, que vous cherchiez à déployer une stratégie jumeau numérique, la 5G ou de nouvelles capacités d'IA, nos SSD de classe entreprise peuvent s'adapter à l'évolution des charges de travail et offrir la longévité et les performances dont vous avez besoin. En outre, notre équipe possède les compétences et l'expertise technique nécessaires et offre l'assistance dont vous avez besoin pour garantir votre succès sur le long terme.



Oui, c'est un raisonnement sensé. Pour résoudre les problèmes, il faut disposer de données complètes et précises afin de prendre des décisions éclairées. En disposant de davantage de données provenant de sources disparates et recueillies sur de plus longues périodes, on a inévitablement une vision plus complète de la vérité.

**Giuliano Liguori**



# Plus les données sont détaillées, plus les besoins en stockage augmentent.



La collecte des données impliquera davantage de sources individuelles et des données plus granulaires en termes de précision, de nombre de points de données et de fréquence de collecte. Elles seront partagées avec davantage d'utilisateurs et autres parties prenantes.

**Rafael Bloom**



Dans une étude de 2018, l'IDC a prédit que le monde aurait besoin de stocker 175 zettaoctets (1 Zo = 1 milliard de téraoctets) de données d'ici 2025, soit un taux de croissance moyen de 27 %<sup>3</sup>. Il semble que nous soyons en passe d'atteindre ou de dépasser cette quantité, l'accélération des technologies avancées étant un facteur déterminant. Mais y a-t-il eu une croissance significative spécifiquement liée à l'utilisation des jumeaux numériques, et si oui, quels en sont les principaux moteurs ?

## **Dimensions de la consommation et du stockage des données**

Commençons par examiner dans quelle mesure les dimensions de la consommation et du stockage des données peuvent augmenter lorsqu'on opère dans un environnement de jumeaux numériques. Un jumeau numérique s'appuie généralement sur des données provenant de diverses sources, telles que des capteurs, des simulations et des enregistrements historiques, pour créer

une réplique virtuelle d'un objet ou d'un système physique. Les principaux facteurs de croissance peuvent dépendre des besoins et des objectifs spécifiques de l'entreprise, comme le niveau de détail ou de précision des simulations.

## **La nécessité de surveiller et d'analyser davantage de points de données**

Lorsqu'un jumeau numérique est utilisé pour surveiller et analyser les performances d'objets ou de systèmes physiques en temps réel, la quantité de données collectées et analysées dépend du nombre et du type de capteurs utilisés. Naturellement, plus nombreux sont les points de données que les entreprises surveillent, plus nombreuses seront les données qu'elles consommeront et stockeront.

## **Stockage et analyse des données historiques**

Les jumeaux numériques peuvent également être utilisés pour analyser les données historiques afin d'identifier les tendances, les modèles et les possibilités d'amélioration. La quantité de données historiques stockées et analysées dépendra des besoins et des objectifs spécifiques de chaque entreprise.

Aussi, compte tenu des défis économiques et de la disponibilité du matériel de serveur, comment les entreprises peuvent-elles adopter avec succès la technologie de jumeau numérique ?

# Plus les données sont détaillées, plus les besoins en stockage augmentent.



Globalement, la croissance de la consommation et du stockage des données dans le contexte des jumeaux numériques dépendra des besoins et des objectifs spécifiques de chaque organisation, ainsi que de la complexité et de la portée du jumeau numérique lui-même.

**Giuliano Liguori**

Les [SSD pour datacenter de Kingston](#) sont des solutions spécialement conçues pour les charges de travail les plus exigeantes. Nos produits peuvent aider les entreprises à gérer et à accéder instantanément aux grands volumes de données générés par un jumeau numérique, aussi bien dans les bases de données traditionnelles que dans les infrastructures Big Data.

En matière de mémoire, Kingston propose des modules de mémoire DDR4 parmi les plus rapides du marché. De plus, notre [mémoire serveur DDR5](#) répond aux exigences des charges de travail de demain. Quelle que soit la solution que vous choisissiez, elle doit être capable de supporter les charges de travail importantes liées aux serveurs de datacenter, lesquels doivent accéder aux données 24 h:24, 7 j/7.

Il est également important de tenir compte des exigences de stockage, de traitement et de communication des données du jumeau numérique, ainsi que des éventuelles contraintes ou limites de votre infrastructure existante. Voici quelques éléments clés à prendre en compte :

- 1. Identifiez un cas d'entreprise clair :** Avant de se lancer dans un projet de jumeau numérique, il est important d'identifier un cas d'entreprise clair et de fixer des buts et des objectifs spécifiques. Cela permet de s'assurer que le projet est aligné sur les besoins et les priorités de l'entreprise, et d'en mesurer les avantages avec précision.
- 2. Commencer petit, puis passer à l'échelle :** Il est souvent utile de commencer petit avec un projet pilote ou une démonstration de faisabilité, afin de tester la viabilité et la valeur du jumeau numérique dans un contexte spécifique. Cela permet d'identifier les défis ou les limites et d'affiner votre approche avant de passer à l'échelle avec le jumeau numérique.
- 3. Tenir compte de la gestion et de la gouvernance des données :** Un jumeau numérique repose sur des données provenant de diverses sources. Aussi, il est essentiel de déterminer comment celles-ci seront collectées, stockées et protégées. Créer des politiques et des procédures claires en matière de gestion et de gouvernance des données vous aidera à garantir que les données utilisées dans le jumeau numérique sont exactes, fiables et conformes aux réglementations en vigueur.
- 4. Impliquer les parties prenantes :** Les employés, les clients et les partenaires impliqués dans le développement et l'utilisation d'un jumeau numérique peuvent contribuer à garantir l'adéquation des besoins et des attentes. Cela peut en outre contribuer à ce que la technologie soit utilisée d'une manière transparente et responsable.



# Une solution transversale pour stimuler l'efficacité opérationnelle



D'un point de vue opérationnel, un jumeau numérique peut également être utilisé pour surveiller et analyser à distance des systèmes physiques. Cela peut être particulièrement utile dans les cas où il est difficile ou dangereux pour les personnes d'être physiquement présentes. De plus, l'utilisation d'un jumeau numérique peut aider les entreprises à améliorer leur efficacité opérationnelle et à prendre des décisions plus éclairées en fournissant des données et des simulations en temps réel. Si les jumeaux numériques peuvent être utilisés dans toute une série d'industries et de secteurs, ils ont également le potentiel d'être appliqués de manière transversale. Par exemple :

## Construction :

- ❑ **Optimisation et gestion de la conception :**  
Bâtiments, infrastructures et autres actifs physiques
- ❑ **Simulation et optimisation :**  
Flux de personnes et de marchandises dans un bâtiment
- ❑ **Anticipation et atténuation :**  
Catastrophes naturelles touchant les infrastructures

## Commerce de détail :

- ❑ **Optimisation de la conception et exploitation :**  
Magasins et centres de distribution physiques, flux de marchandises dans la chaîne d'approvisionnement
- ❑ **Simulation et optimisation :**  
Aménagement des magasins pour améliorer l'expérience client
- ❑ **Anticipation et atténuation :**  
Perturbations de la chaîne d'approvisionnement

## Secteur public :

- ❑ **Optimisation de la conception et exploitation :**  
Services et infrastructures publics, tels que les routes, les écoles et les hôpitaux
- ❑ **Simulation et optimisation :**  
Circulation sur les routes
- ❑ **Anticipation et atténuation :**  
Catastrophes naturelles touchant les infrastructures critiques



Les problèmes du monde réel que les jumeaux numériques peuvent résoudre sont partout autour de nous, tout le temps. Prenons le cas d'une simple connexion d'un ordinateur à Internet : quelque part, il y a un fournisseur de services qui examine le jumeau numérique du réseau IP, gère le trafic, optimise la bande passante, etc. Et, dans un marché horizontal comme l'Internet, chaque secteur vertical bénéficie de cette avancée.

**Rafael Bloom**

# Optimiser, simuler, anticiper : Cas d'usage spécifiques au secteur d'activité



S'agissant des cas d'usage spécifiques à un secteur d'activité, il existe de nombreux exemples où les jumeaux numériques permettent d'éviter des erreurs coûteuses, de fournir une vision claire de l'évolution des exigences et de coordonner les calendriers pour garantir l'achèvement du projet dans les délais et les coûts prévus.

Prenons l'exemple du génie civil. Dans ce secteur, les projets sont souvent spectaculaires. Par exemple, le projet Crossrail de Transport for London (TFL), l'un des plus grands projets d'infrastructure en cours au Royaume-Uni. Pour sa ligne Elizabeth, d'un coût de 18,7 milliards £, avec 117 kilomètres de rail et 41 stations<sup>4</sup>, un jumeau numérique a été utilisé pour résoudre le problème des équipes isolées et des données.

Il comprenait plus de 250 000 modèles<sup>4</sup>, allant des ampoules électriques aux chemins de câbles, chacun étant « jumelé » et étiqueté à partir des informations de la base de données sur les assets physiques de Crossrail. La forme du modèle 3D a donné aux gestionnaires de Crossrail la possibilité de surveiller la ligne Elizabeth sur divers appareils, une fois les travaux de construction commencés. Pour faire avancer un projet d'une telle envergure (avec ses propres défis budgétaires), l'utilisation de la technologie des jumeaux numériques a permis de gagner en efficacité.

Non seulement cela a permis aux parties prenantes de gagner du temps et de l'argent, mais les travailleurs de Crossrail pouvaient obtenir une vue en réalité augmentée (AR) des communications, de l'eau et de l'électricité directement sur leurs tablettes. Et ce, où qu'ils se trouvent dans la station. Plus besoin d'utiliser des cartes et des modèles potentiellement obsolètes.



Dans un projet de génie civil comme celui-ci, le nombre de parties prenantes différentes devant coopérer est tel qu'il est essentiel d'avoir une vision unique. Et ce, pour plusieurs raisons : la précision de l'ingénierie, pour assurer la coordination logistique et pour anticiper et rassembler les facteurs provenant de sources multiples et susceptibles d'affecter des centaines de livrables et de sous-tâches.

**Giuliano Liguori**



# Optimiser, simuler, anticiper : Cas d'usage spécifiques au secteur d'activité



Du point de vue de la fabrication, des recherches récentes montrent que l'utilisation des jumeaux numériques peut augmenter les revenus jusqu'à 10 %, accélérer les délais de commercialisation jusqu'à 50 % et améliorer la qualité des produits jusqu'à 25 %<sup>5</sup>. La technologie des jumeaux numériques a également eu un impact important sur l'exploitation et la gestion des villes intelligentes.

Les propositions de valeur sont telles dans l'environnement de la construction que cette technologie a le potentiel de réduire les coûts jusqu'à 35 %. L'aspect de la durabilité est un autre point majeur. En effet, des recherches récentes indiquent que les jumeaux numériques peuvent aider à suivre et à réduire entre 50 % et 100 % les émissions de carbone, en soutien à une transition énergétique propre<sup>6</sup>.

Examinons d'autres applications clés spécifiques du secteur d'activité :

Fabrication :

- ❑ **Optimisation de la conception et exploitation :**  
Usines, lignes de production et autres systèmes de fabrication.
- ❑ **Simulation et optimisation :**  
Flux de matériaux et de produits à travers une usine

- ❑ **Anticipation et atténuation :**  
Dysfonctionnements et pannes potentiels des machineries

Énergie :

- ❑ **Optimisation de la conception et exploitation :**  
Centrales électriques, parcs éoliens et autres actifs énergétiques
- ❑ **Simulation et optimisation :**  
Flux d'énergie à travers un réseau électrique
- ❑ **Anticipation et atténuation :**  
Les pannes et leurs conséquences

Santé :

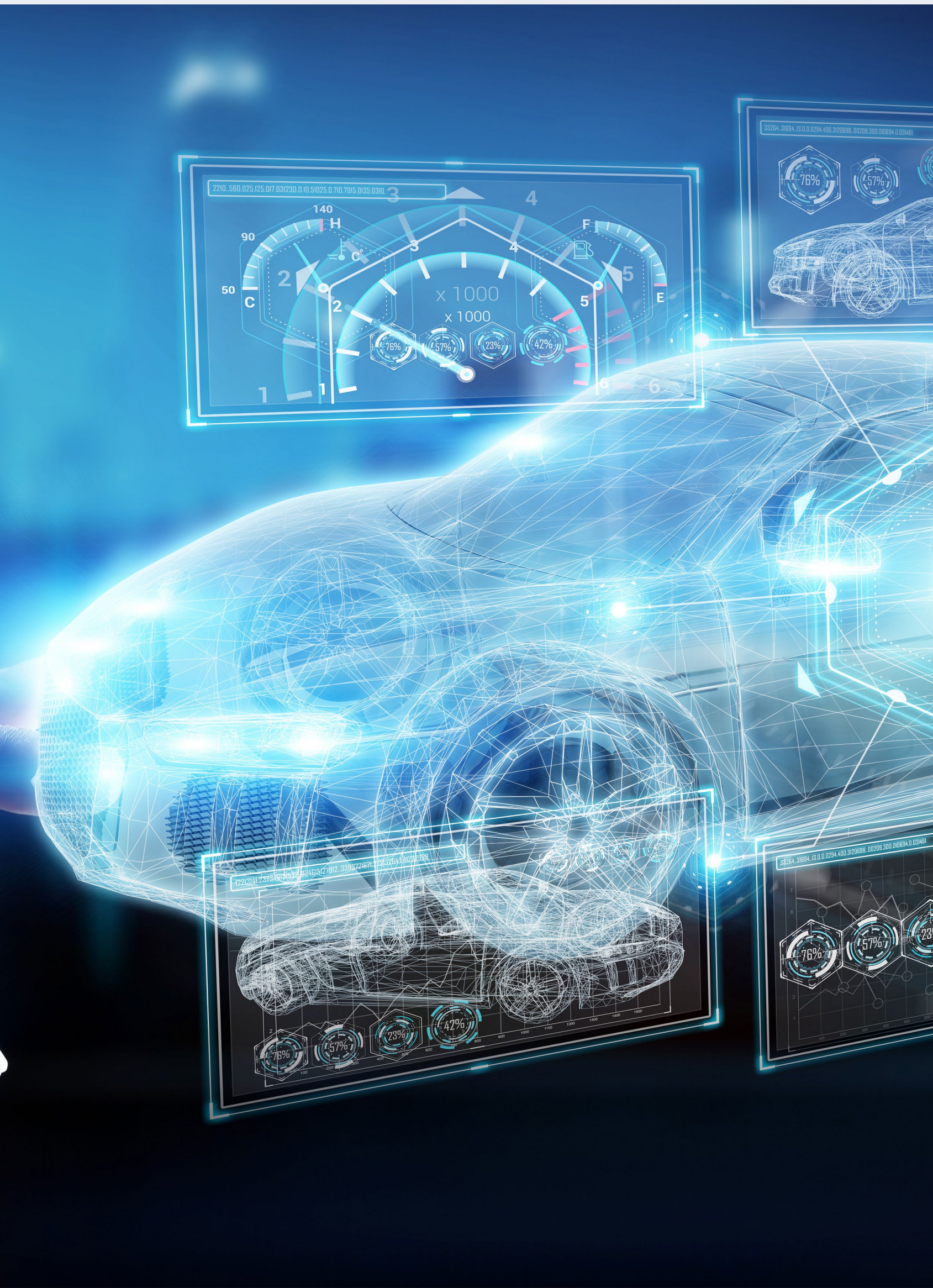
- ❑ **Optimisation de la conception et exploitation :**  
Prestation de soins, réduction des coûts et résultats pour les patients
- ❑ **Simulation et optimisation :**  
Traitement de maladies complexes, telles que le cancer et les maladies cardiaques
- ❑ **Anticipation et atténuation :**  
Pannes d'équipement



Les jumeaux numériques peuvent également être utilisés pour optimiser l'exploitation et la maintenance des infrastructures d'eau, telles que les réservoirs, les canalisations et les usines de traitement. Outre les villes intelligentes, la fabrication, l'énergie, les soins de santé et les transports sont sans aucun doute des domaines où les jumeaux numériques peuvent avoir un impact significatif.

**Giuliano Liguori**

# L'avenir du jumeau numérique : Une meilleure intégration, une adoption plus large par l'industrie



Dans l'ensemble, l'avenir des jumeaux numériques sera probablement déterminé par les progrès de la technologie et l'évolution des besoins des entreprises. La technologie continuant d'évoluer, il est probable que nous verrons des applications encore plus innovantes et diverses des jumeaux numériques à l'avenir.

**Giuliano Liguori**



La technologie évolue en permanence, entraînant de nombreuses applications potentielles. Aussi, il est difficile de prédire l'avenir des jumeaux numériques. Cependant, il est probable que son adoption se poursuivra dans un plus grand nombre de secteurs et d'entreprises, à mesure que cette technologie deviendra plus sophistiquée et plus accessible.

Ce que nous savons, c'est que l'infrastructure nécessaire à la prise en charge des jumeaux numériques existe, que les couches de connectivité ont été établies de manière suffisamment souple pour être adaptables et que la présence du numérique est omniprésente. Les entreprises doivent cependant encore investir dans la recherche pour résoudre les problèmes de stockage et de consommation des données qui y sont associés, et trouver les produits les mieux adaptés pour soutenir leurs objectifs commerciaux.

C'est là où Kingston peut vous aider. L'expérience prouvée de Kingston, ses bonnes pratiques reconnues et sa position rassurante de leader du marché font de nos produits le choix évident pour les technologies de pointe telles que le « Digital Twin », les jumeaux numériques. Capacités élevées, endurance exceptionnelle, performances globales et protection inégalée des données, nos solutions de mémoire et de stockage offrent tout le nécessaire pour soutenir des initiatives technologiques complexes. Parallèlement, notre équipe d'experts vous apportent les connaissances et les ressources dont vous avez besoin pour choisir vos solutions de mémoire et de stockage en toute confiance.



Bien sûr, d'autres innovations sont à venir, mais c'est aussi un facteur de changement et d'évolution externe : les nouvelles solutions émergent en réponse à de nouveaux défis.

**Rafael Bloom**



Il ne fait aucun doute que l'utilisation de la technologie des jumeaux numériques (le « Digital Twin ») s'est étendue au-delà de son utilisation initiale, à savoir la fabrication et la conception de moteurs. Dans tous les secteurs d'activité, les entreprises sont désormais en mesure de prévoir et de créer avec plus de précision et de clairvoyance que jamais auparavant.

Utilisés correctement, les jumeaux numériques pourraient marquer une nouvelle étape pour de nombreuses entreprises, mais reste à savoir dans quelle mesure et comment cette technologie évoluera.

1. **Allied Market Research**  
<https://www.alliedmarketresearch.com/digital-twin-market-A17185>
2. **Strategic Market Research**  
<https://www.strategicmarketresearch.com/market-report/digital-twin-market>
3. **TechTarget**  
<https://www.techtarget.com/searchstorage/feature/The-future-of-data-storage-must-handle-heavy-volume>
4. **Verdict.co.uk**  
<https://www.verdict.co.uk/queen-elizabeths-digital-twin-the-technology-helping-crossrail-to-know-itself/>
5. **McKinsey**  
<https://www.mckinsey.com/capabilities/operations/our-insights/digital-twins-the-art-of-the-possible-in-product-development-and-beyond>
6. **Fast Company ME**  
<https://fastcompany.me.com/technology/why-does-a-smart-city-need-a-digital-twin/>

©2023 Kingston Technology Europe Co LLP et Kingston Digital Europe Co LLP, Kingston Court, Brooklands Close, Sunbury-on-Thames, Middlesex, TW16 7EP, Angleterre. Tél: +44 (0) 1932 738888 Fax: +44 (0) 1932 785469. Tous droits réservés. Toutes les marques commerciales et les marques déposées sont la propriété de leurs détenteurs respectifs



## À propos de Kingston

Avec plus de 35 ans d'expérience, Kingston possède les connaissances, l'agilité et la longévité nécessaires pour permettre aux datacenters et aux entreprises de répondre aux défis et aux opportunités présentés par l'émergence des jumeaux numériques, de l'IA, de la 5G, de l'Internet des objets et de l'edge computing.

**#KingstonIsWithYou**