BANQUE des TERRITOIRES

Caisse des Dépôts GROUPE

Miroir, miroir … : le jumeau numérique du territoire

Publié en juillet 2021

Synthèse du document

En 10 points clefs

1. Le jumeau numérique de la ville peut être défini comme **sa réplique virtuelle « telle qu'elle fonctionne »** ; il dépasse la simple visualisation de la ville et couvre l'ensemble de son cycle de vie. C'est en ce sens qu'il dépasse les concepts et technologies existantes tels que le SIG ou le BIM.

2. Le caractère innovant du jumeau numérique de la ville est issu de sa capacité à **fédérer des données de sources variées et à constituer une source unique, fiable et pérenne**.

3. Les collectivités ne doivent pas être dépendantes technologiquement d'une solution fermée pour leur jumeau numérique. Ses données doivent être basées sur des **standards ouverts et internationaux** pour garantir le caractère interopérable des systèmes.

4. L'enjeu est pour la collectivité de **savoir placer le curseur du « bon jumeau numérique » en termes d'usages et de périmètre géographique par rapport à ses besoins** (cohérence jumeau/territoire). Le jumeau numérique est une solution, une réponse à un besoin mais n'est pas un objectif « en soi », la démarche de définition des besoins et des objectifs est donc fondamentale.

5. Les besoins et objectifs d'une collectivité se traduisent concrètement en usages dans son jumeau numérique. **Les usages structurants qui exploitent la valeur systémique du jumeau numérique légitiment sa mise en place** : Nous citons à titre d'exemple les simulations, ou encore la gestion des risques.

6. Une analyse de risques et d'opportunités préalable à la mise en place du jumeau numérique de la ville est nécessaire au regard des **enjeux éthiques, juridiques, économiques, de choix technologiques, de gouvernance et de cyber-sécurité** qui l'accompagnent.

7. Pour déployer son jumeau numérique, l**a collectivité doit se baser sur les forces dont elle dispose déjà en interne** : concepts et technologies déjà maitrisés, ressources humaines compétentes.

8. La mise en œuvre d'un jumeau numérique est un projet complexe. **Il nécessite une véritable maturité de la collectivité en matière de conduite de projets de transformation digitale et de gestion des données** : ce sont des préalables indispensables pour mener à bien un jumeau numérique pleinement fonctionnel.

9. Les jumeaux numériques déployés à l'échelle de la ville restent **des expérimentations récentes sur lesquelles il existe peu de retour d'expérience. Des retours sur investissement de long terme sont attendus mais le business model du jumeau numérique de la ville n'est encore pas éprouvé** : ce sont les cas d'usages pertinents réalisés grâce au jumeau qui porteront ces retours sur investissements, pas le jumeau en tant que tel.

10. **Un cadre normatif, à l'image des *« Gemini principles »* mis en place en Grande-Bretagne, semble être une piste intéressante** à la fois pour faciliter le déploiement de jumeaux à l'échelle locale et mettre en place un réseau de jumeaux numériques à l'échelle nationale.

Sommaire

Synthèse du document en 10 points clefs 3

Préface 5

Contexte 7

I. Le jumeau numérique, une réponse aux défis des villes 8

1. Genèse et définition 9
2. Les usages identifiés du jumeau numérique de la ville 16

II. Les Thématiques et défis qu'adresse le jumeau numérique de la ville 18

1. Le jumeau numérique, un outil de communication 20
2. Le jumeau numérique, un outil d'optimisation budgétaire 21
3. Le jumeau numérique, un outil d'E-administration 21
4. Le jumeau numérique, un outil de gouvernance 22
5. Le jumeau numérique, un outil de prise de décision 23
6. Le jumeau numérique, un outil d'innovation 23

III. Mettre en œuvre un jumeau numérique de la ville : Quelques recommandations 25

1. Définir ses besoins et fixer les objectifs stratégiques de son jumeau numérique : un préalable indispensable 27
2. S'appuyer sur l'existant en réalisant un état des lieux des technologies déjà présentes en interne : les prémices du jumeau numérique de la ville existent déjà dans nos collectivités 28
3. Identifier les ressources humaines nécessaires 29
4. Établir sa feuille de route et évaluer les enjeux 30
5. Structurer la gouvernance autour de son jumeau 31
6. S'assurer de l'indépendance technologique de son jumeau 34

IV. Conclusion et perspectives 37

Préface

Les jumeaux numériques de villes sont devenus des projets emblématiques de la smart city.

Ces répliques virtuelles des territoires suscitent beaucoup d'intérêt : elles donnent à voir le territoire tel qu'il fonctionne, en 3D, de manière augmentée. Un jumeau numérique peut par exemple permettre de voir le sous-sol du territoire, la composition des couches géologiques, la localisation des différents réseaux, les fondations des bâtiments et les interventions planifiées.

Le coût et l'ampleur des projets les plus médiatiques nous ont amenés à nous interroger : le jeu en vaut-il la chandelle ? Les villes moyennes ont-elles les moyens de développer de tels outils ? Et les moyens à déployer sont-ils proportionnés à leurs problématiques ?

Les cas de Rennes et de Singapour sont sans doute les plus connus, et comptent aussi parmi les premiers du genre. Mais beaucoup d'autres villes se sont lancées à leur tour dans la création de leur jumeau numérique : Amsterdam, Londres, Genève, Strasbourg ou encore la Région Île-de-France ont rejoint le mouvement.

A partir de la trentaine de projets identifiés à travers le monde, nous avons observé la diversité des approches, des cas d'usage, des échelles et des outils utilisés.

L'attrait du jumeau numérique vient notamment du potentiel presque illimité d'applications, en matière de communication, d'optimisation budgétaire, d'e-administration, de gouvernance, de prise de décision, et d'innovation. A la Métropole de Lyon, il a été utilisé pour communiquer sur les opportunités foncières auprès des acteurs immobiliers. A l'Agglomération Pau Béarn Pyrénées l'ambition est de simuler les coûts d'exploitation pour les optimiser et réduire les coûts et les délais des projets d'aménagement. A Helsinki, il est utilisé pour créer des simulations de phénomènes physiques notamment les simulations 3D de la dynamique des flux du vent, la simulation de l'apport solaire et la simulation des ombres portées au sol dans le cadre de l'aménagement d'un quartier.

Si les applications varient d'une ville à l'autre, ces projets ont des points communs :

- tous les jumeaux numériques offrent la visualisation 3D du territoire et de ses données, un espace de collaboration dans un environnement commun de données, et de la gestion documentaire
- ils sont avant tout un outil de collaboration, ouvert à plusieurs métiers.
- ils n'ont de sens que si un travail préalable de préparation et de mise en place d'une gouvernance des données a été fait.
- aucun n'est « complet » : de nombreux cas d'usage restent à explorer, tant les possibilités offertes sont larges, notamment dans le champ de la modélisation et de la simulation.

Préface (suite)

Ainsi, les perspectives ouvertes sont séduisantes, mais on ne saurait conseiller à toutes les collectivités de se lancer tête baissée dans de tels projets. Celles qui adoptent une approche progressive, s'appuyant sur leurs ressources internes, et développant pas à pas les fonctionnalités répondant à des besoins opérationnels semblent tirer leur épingle du jeu.
Les coûts de développement sont maîtrisés, et les choix technologiques tiennent compte des enjeux d'interopérabilité.

On ne saurait insister suffisamment sur le caractère structurant d'une telle infrastructure numérique. Aussi les enjeux de cybersécurité, d'interopérabilité, et de propriété des données sont essentiels.

Vous retrouverez en seconde partie de cette étude, adressée aux décideurs et opérationnels des collectivités territoriales, les étapes à anticiper dans la construction d'un jumeau numérique du territoire : les points d'attention à observer, les pré-requis nécessaires, les coûts à anticiper, …
Cette proposition ne se prétend pas exhaustive mais elle a vocation à apporter quelques points de repère pour éclairer la décision publique.

Vous l'aurez compris, la Banque des Territoires a à cœur de proposer à ses clients des grilles de lecture et des outils pour mieux les accompagner dans leurs projets innovants. Le jumeau numérique de la ville en fait partie et s'intègre dans nos actions en faveur de territoires plus et mieux connectés.

Bonne lecture.

Benoît Parizet,
Directeur de la transformation numérique de l'EPet de la stratégie digitale de la Banque des Territoires

Contexte

« Plus de défis, plus de solutions, plus d'acteurs ». C'est ainsi que Jean Haëntjens résumait en 2018 la situation des collectivités locales. En effet, les collectivités territoriales ont de plus en plus d'enjeux à gérer. Aux enjeux que l'on pourrait qualifier de « traditionnels » tels que l'habitat ou l'aménagement urbain s'ajoutent les enjeux de transitions. Les transitions sociétales, écologiques, climatiques et environnementales doivent plus que jamais être au cœur de leurs politiques. Ces sujets posent des problématiques de plus en plus globales, de plus en plus complexes à adresser et demandent des capacités d'intervention multidisciplinaires et transversales. Elles nécessitent la mobilisation de plus de métiers et d'expertises (acteurs de la ville publics et privés) à coordonner étroitement. Elles génèrent des données relatives à l'organisation, à la gestion et au fonctionnement urbain qu'il faut savoir agréger, exploiter et analyser de manière dynamique, au fil de l'évolution de chaque ensemble urbain, de chaque territoire. Sans cette analyse, les très nombreuses données disponibles sont stockées dans un « entrepôt de données » qui présente peu de valeur en termes d'émergence de bonnes solutions et de pilotage des collectivités.

L'accessibilité des données est une condition nécessaire mais pas suffisante de la smart city et de la gestion prévisionnelle des transitions.

En réponse à ces défis, le jumeau numérique de la ville offre un outil pour imager des solutions efficaces, plus sobres et frugales. Il adresse la complexité de la ville grâce à son approche systémique basée sur la convergence des autres concepts et technologies et la fédération des données. Il facilite le dialogue avec l'ensemble des acteurs de la ville (décideurs, techniciens, citoyens, associations, etc.) en leur offrant ce qui constitue un vrai référentiel commun à tous.

Le jumeau numérique de la ville porte la promesse de villes plus performantes.

Après avoir défini le jumeau numérique de la ville et ce qui le caractérise, seront présentés les usages que les collectivités précurseurs ont déjà déployées. Nous présenterons ensuite les recommandations clefs pour mettre en place un jumeau numérique au sein de votre collectivité.

I. Le jumeau numérique, une réponse aux défis des villes

1. Genèse et définition

Les prémices du jumeau numérique ont émergé dans les années 1970 dans l'industrie aérospatiale (Appollo 13). Ce concept a ensuite été mentionné pour la première fois en 2002 et s'est développé dans un premier temps dans l'industrie. Aujourd'hui, le jumeau numérique est largement développé dans l'aéronautique ou la défense.

Ce concept s'est par ailleurs exporté à la gestion des territoires au regard de ce qu'il peut apporter aux villes, en tant que systèmes complexes confrontés à la transition numérique. Le jumeau numérique de Singapour « Virtual Singapor » initié en 2015 fait figure de précurseur mondial. En France, c'est Rennes Métropole qui a développé dès 2017, un jumeau numérique de ville. Les deux villes ont choisi Dassault Systèmes pour les accompagner dans leurs expérimentations. Depuis, d'autres collectivités ont développé ou développent leurs jumeaux à l'image d'Angers qui vient de lancer, à la rentrée 2020, un projet de jumeau numérique dans la continuité de sa démarche « Territoire Intelligent ». **Ces villes sont bien des pionnières, l'ensemble de ces démarches restent très innovantes. Elles se construisent au fur et à mesure des nouveaux concepts, prestations et des offres digitales disponibles.** *« L'implémentation du jumeau numérique se fait doucement. Pour le moment, aucune ville dans le monde n'est dotée d'un vrai jumeau numérique à l'échelle de toute la ville. Même Singapour rencontre des problèmes quand il change d'un domaine d'application à un autre. »* explique Lutz Ross, Directeur général de Virtual City Systems.

Le jumeau numérique de la ville peut être défini comme une maquette numérique dynamique et intelligente de la ville qui :

• Intègre des données statiques et dynamiques (en temps réel), publiques ou privées, dans un environnement de référence unique ;
• Constitue un système d'information consolidé qui intègre les outils métiers (de cartographie, de planification, de e-administration, etc.)

La visualisation 3D qu'offre le jumeau numérique facilite la contextualisation et la compréhension des données urbaines.

Point d'attention

Jumeau numérique et maquette 3D : semblables et pourtant si différents

Le jumeau numérique dépasse la simple visualisation de la ville. **Si la visualisation correspond à un critère discriminant du jumeau numérique - pas de jumeau numérique sans visualisation - il n'est pas le seul nécessaire pour obtenir un jumeau !**

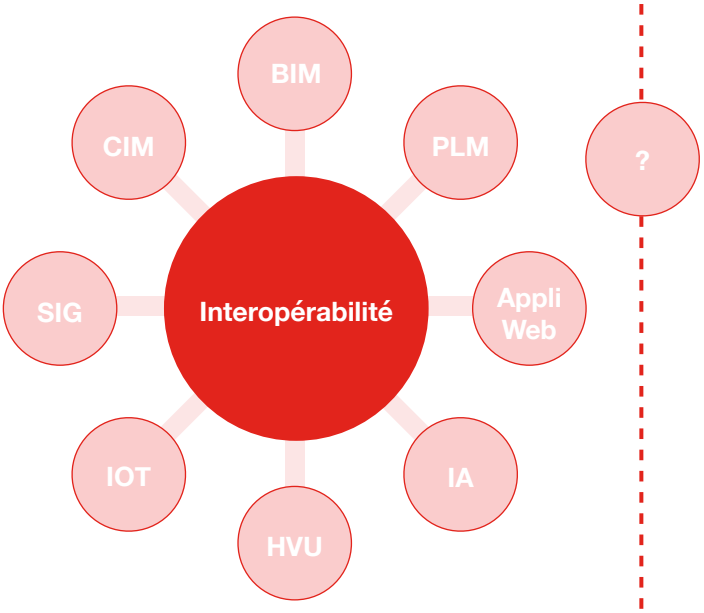
Il ne faut ainsi pas confondre le jumeau numérique avec la visualisation 3D uniquement orientée vers la communication. *« Notre métier sert à visualiser et valoriser les territoires et leurs projets. Nous proposons par exemple aux collectivités de visualiser la ville de demain à travers des cartes interactives avec tous ses projets du futur. Ce qui est important de comprendre c'est que notre métier en tant que tel s'arrête à rendre visible cette information. Pour autant ces maquettes 3D peuvent accueillir toute intelligence créée par ailleurs. »* explique Jean-Guillaume Desprès de Vectuel (spécialiste de maquettes 3D de villes).

La qualité d'un jumeau numérique ne se juge pas au degré de qualité de la visualisation. En fonction des usages souhaités par le maitre d'ouvrage, le degré de détail de la visualisation sera plus ou moins fin (par exemple : pour du tourisme virtuel le niveau de représentation se doit d'être réaliste, pour une simulation d'inondation, le niveau de détail de représentation est plutôt faible et l'accent est mis sur les données.)

Le jumeau numérique de la ville ne « tombe pas du ciel ». Beaucoup de territoires ont investi le sujet de ces nouveaux concepts et technologies du secteur de la construction 4.0. Chacun d'entre eux répondent à une catégorie d'acteurs.

Peuvent être citées les solutions suivantes qui sont les plus répandues (liste non exhaustive) :

- **PLM** (PRODUCT LIFE CYCLE MANAGEMENT) pour la gestion des données des équipements ;
- **BIM** (BUILDING INFORMATION MODELING) pour la modélisation et le management des données du bâtiment en phase conception – Réalisation ;
- **CIM** (CITY INFORMATION MODELING) pour la modélisation et le management des données des quartiers / ZAC en phase conception - réalisation ;
- **SIG** (SYSTÈME D'INFORMATION GÉOGRAPHIQUE) pour gestion, l'aide à la décision et la communication des données géographiques ;
- **IoT** (CAPTEURS) pour la remontée d'informations mesurables du terrain



Point d'attention

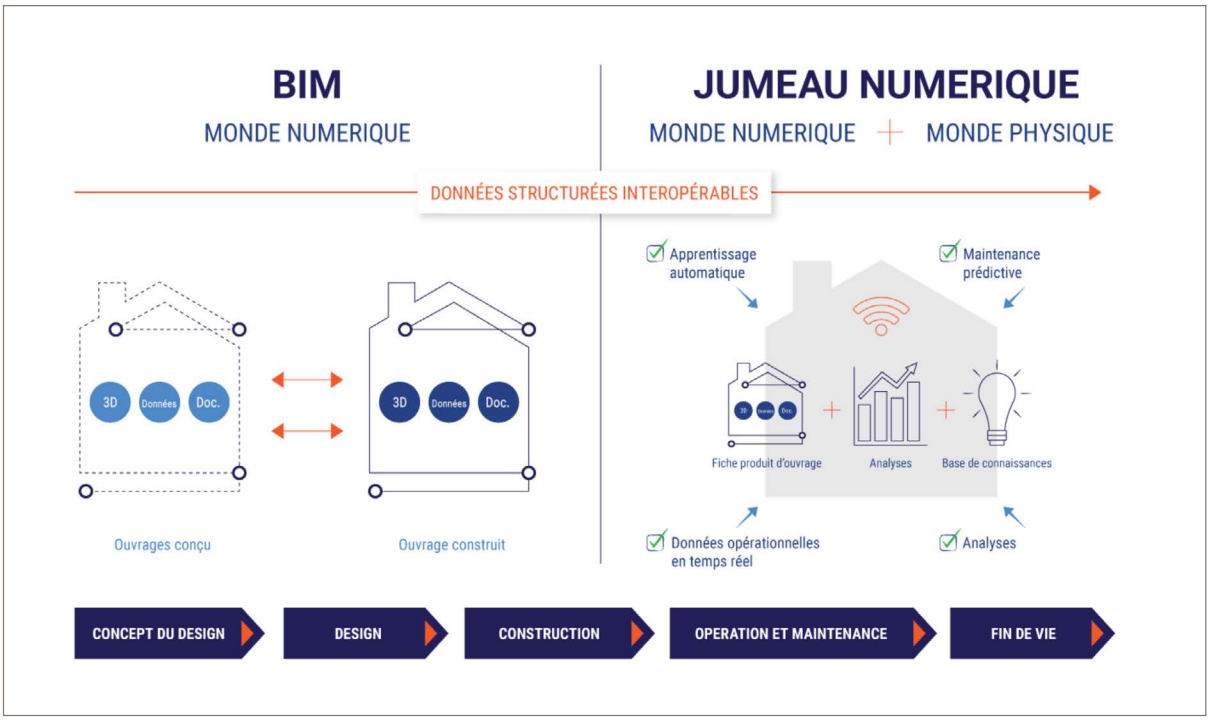
Le jumeau numérique : beaucoup plus que le BIM ! La gestion d'information de sources variées et en temps réel.

La maquette numérique 3D est le point de départ du BIM comme du jumeau numérique.

Cependant, le BIM est statique. Il s'agit d'une méthode de travail collaborative pour la conception et la réalisation d'un projet. Il est certes un prérequis du jumeau numérique mais **ce dernier se veut être le reflet dynamique de l'ouvrage réel, qui évolue de façon continue, au fur et à mesure des modifications, des rénovations, de l'exploitation et de la maintenance.**

Le jumeau numérique étaye le pilotage de l'exploitation et sa réactivité, par rapport à des données qui évoluent en temps réel.

Le jumeau numérique se comporte comme l'ouvrage « tel qu'il fonctionne ».



Source du graphique : *https://cobuilder.com/fr/le-jumeau-numerique-un-support-de-performance-pour-le-secteur-de-la-construction/#iLightbox[3d1ec27af21c41cab5a]/0*

I. Le jumeau numérique, une réponse aux défis des villes

**Le jumeau numérique de la ville s'inscrit dans cette continuité numérique.
En revanche, il n'en est pas l'héritier, il les intègre et les dépasse. C'est en cela qu'il peut être jugé innovant. il se distingue de tous les concepts et technologies antérieurs à travers 6 caractéristiques que lui seul détient :**

- **Le jumeau numérique est la réplique virtuelle d'un territoire réel « tel qu'il fonctionne » :** le jumeau numérique de la ville est le reflet dynamique du territoire qui évolue de façon permanente au fur et à mesure de la vie des projets.

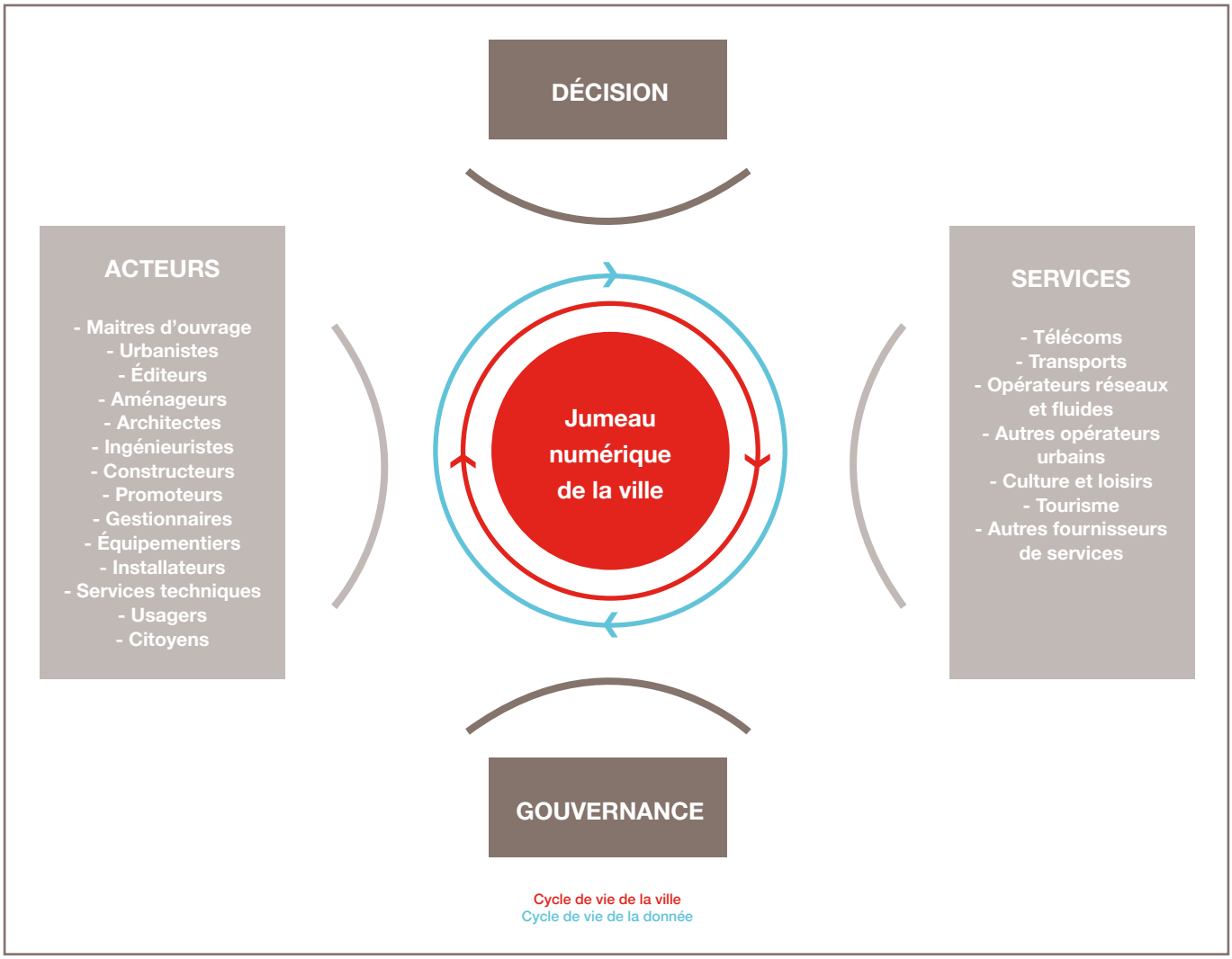
- **Le jumeau numérique est le socle de modèles de simulation s'appuyant aussi sur des algorithmes d'Intelligence Artificielle :** le jumeau numérique est le socle des hypothèses (Scénarisation – Prédiction) ainsi que des données d'entrée et de sortie des différentes simulations. L'intelligence artificielle permet l'analyse des données et l'extraction de modèles comportementaux ; elle permet également d'augmenter considérablement la qualité des calculs de simulation. Cela permet de scénariser des options d'aménagement sans altérer le fonctionnement réel de la ville (par exemple, scénariser le réaménagement de la voirie sans impact sur les flux de circulation).

- **Le jumeau numérique est un outil d'aide à la décision pour toutes les étapes du cycle de vie :** le jumeau numérique assure la continuité de l'information pendant le cycle de vie complet de l'ouvrage c'est-à-dire depuis sa programmation, sa conception jusqu'à son démantèlement Intégrant également des données en temps réel, il offre la possibilité de prendre des décisions agiles et adaptées à chaque situation.

- **Le jumeau numérique offre une plateforme collaborative permettant d'interconnecter les parties prenantes :** le jumeau numérique sert de point de rencontre et de place d'échanges de toutes les parties prenantes d'un projet là où le BIM était principalement partagé entre professionnels (architectes et bureaux d'études techniques).

- **Le jumeau numérique est un outil de pilotage des ouvrages en temps réel :** le jumeau numérique intègre des données dynamiques (comme par exemple la qualité de l'air, les nuisances sonores, la qualité de l'eau, etc.) provenant de sources diverses (capteurs notamment) qui sont analysées instantanément.

- **Le jumeau numérique propose une offre de services globale :** traditionnellement, l'ingénierie produisait des livrables statiques (plans, documents, maquettes BIM statiques). Avec le jumeau numérique, l'ingénierie propose non seulement un livrable dynamique qui représente l'ouvrage en exploitation, mais aussi une plateforme qui rend possible le développement de services



SCHEMA : le jumeau numérique de la ville interface tout ou partie des acteurs de la ville, c'est un outil d'aide à la décision pour toutes les parties prenantes et un support de gouvernance

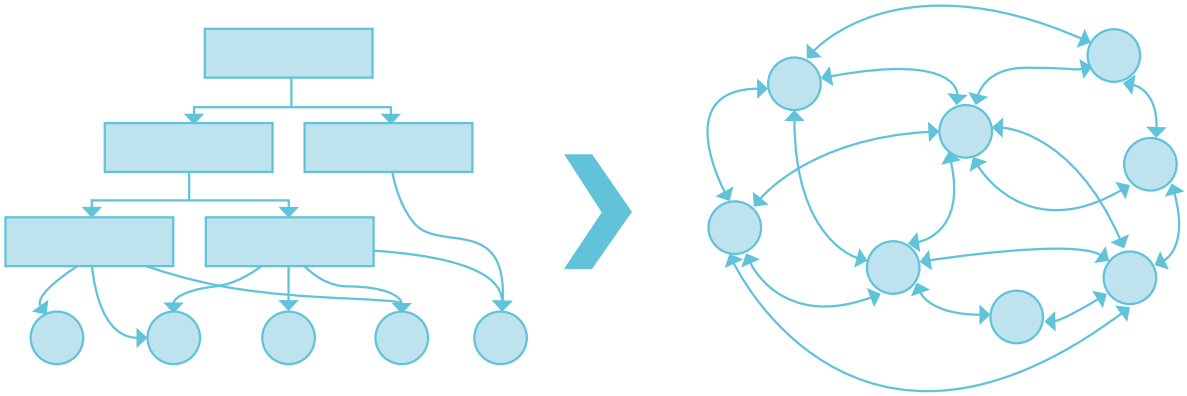
Point d'attention

Focus sur les fondements technologiques du jumeau numérique de la ville

A / Le jumeau numérique est basé sur une architecture des systèmes d'information distribuée et collaborative

La digitalisation des métiers de l'industrie de la construction et de la gestion urbaine des 15 dernières années a questionné l'architecture des systèmes d'information. Les évolutions récentes (explosion du volume de données et multiplication des sources de données notamment) ont poussé à une mutation de l'écosystème logiciel vers une architecture distribuée et collaborative sur laquelle repose le jumeau numérique de la ville.

C'est cette architecture distribuée qui permet au jumeau numérique d'avoir une approche systémique, créatrice de valeur.



D'une architecture verticale, hiérarchique, en silo (sans le jumeau numérique de la ville)

À une architecture distribuée et collaborative (avec le jumeau numérique de la ville)

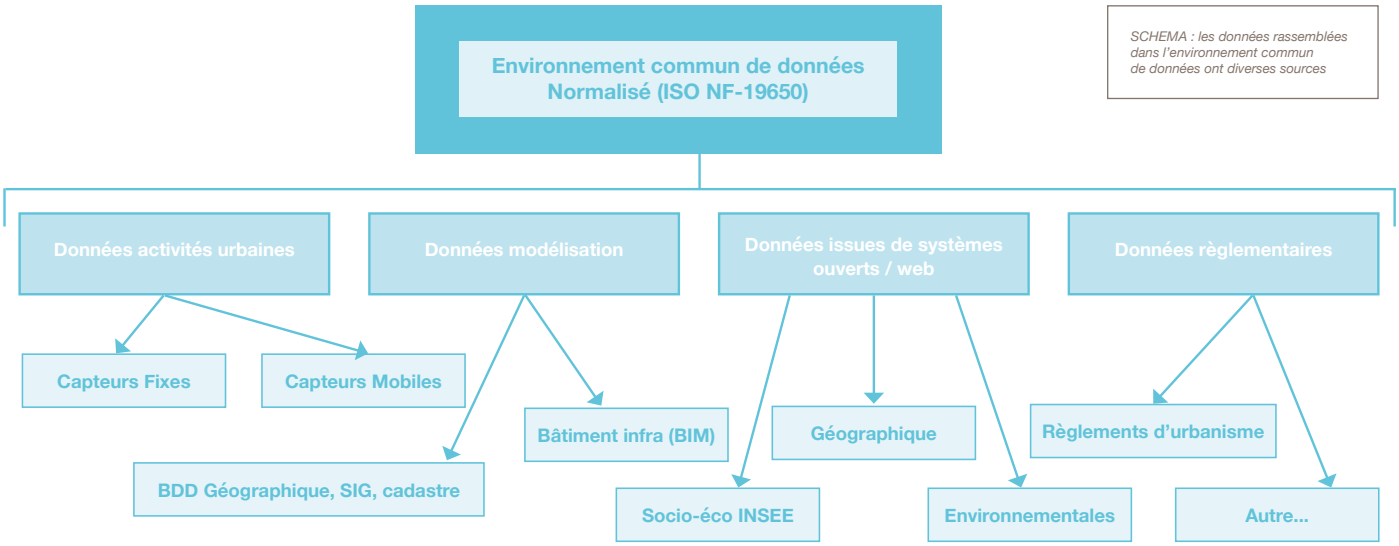
Source des schémas : *«L'économie collaborative : une approche de la smart City par le service au-delà de la donnée»* par Bernard Matyjasik

B / Le jumeau numérique est « data-driven »

L'ensemble des concepts et technologies existants sont pertinents mais fonctionnent en silos. Elles produisent des données mais dialoguent peu les unes avec les autres.

Le jumeau numérique de la ville est basé sur ces données (données statiques et données en temps réel issues de domaines et de sources variées) qu'il rassemble et structure dans un environnement commun de données. Les sources des données peuvent être gratuites ou payantes.
L'IGN a récemment ouvert ses données publiques à tous, de façon libre et gratuite pour « observer, mesurer et décrire le territoire ».

Le jumeau numérique fédère les données, sans les dégrader, dans une visualisation de la ville qui permet de transformer ces données en information.



SCHEMA : les données rassemblées dans l'environnement commun de données ont diverses sources

C'est en ceci que le jumeau numérique n'est pas une énième couche technologique mais représente une véritable innovation.

Deux prérequis techniques sont nécessaires au fonctionnement du jumeau numérique :

- La normalisation des données, par le respect des standards, pour garantir l'interopérabilité des systèmes ;
- L'interopérabilité des données qui permet l'intégration et la bonne circulation des flux de données dans un environnement commun de données qui recueille des données de sources variées.

2. Les usages identifiés du jumeau numérique de la ville

Les objectifs d'une collectivité se traduisent concrètement en usages dans son jumeau numérique. Sur la base d'un benchmark réalisé entre juillet 2020 et septembre 2020 auprès de 18 collectivités, ont été identifiés les usages les plus souvent déployés dans les expérimentations de jumeau numérique de la ville. Ces usages transcendent tous les domaines de compétences des collectivités locales.

Trois usages sont apparus comme constitutifs du «socle» d'un jumeau numérique :

- **La visualisation 3D**
- **La gestion électronique documentaire**
- **Le jumeau comme plateforme de collaboration des acteurs de la ville**

Les autres usages font l'objet d'une priorisation : tous n'ont pas nécessité à être déployés en parallèle. L'enrichissement des usages d'un jumeau numérique est une démarche progressive dont le tempo est donné par le besoin et les axes stratégiques des collectivités.

Les usages identifiés dans le cadre du benchmark ont ainsi été qualifiés en 3 catégories :

- **Des usages natifs** du jumeau numérique qui correspondent aux fonctionnalités «de base» offertes par la mise en place d'un jumeau numérique, autrement dit le socle du jumeau mentionnés ci-dessus ;

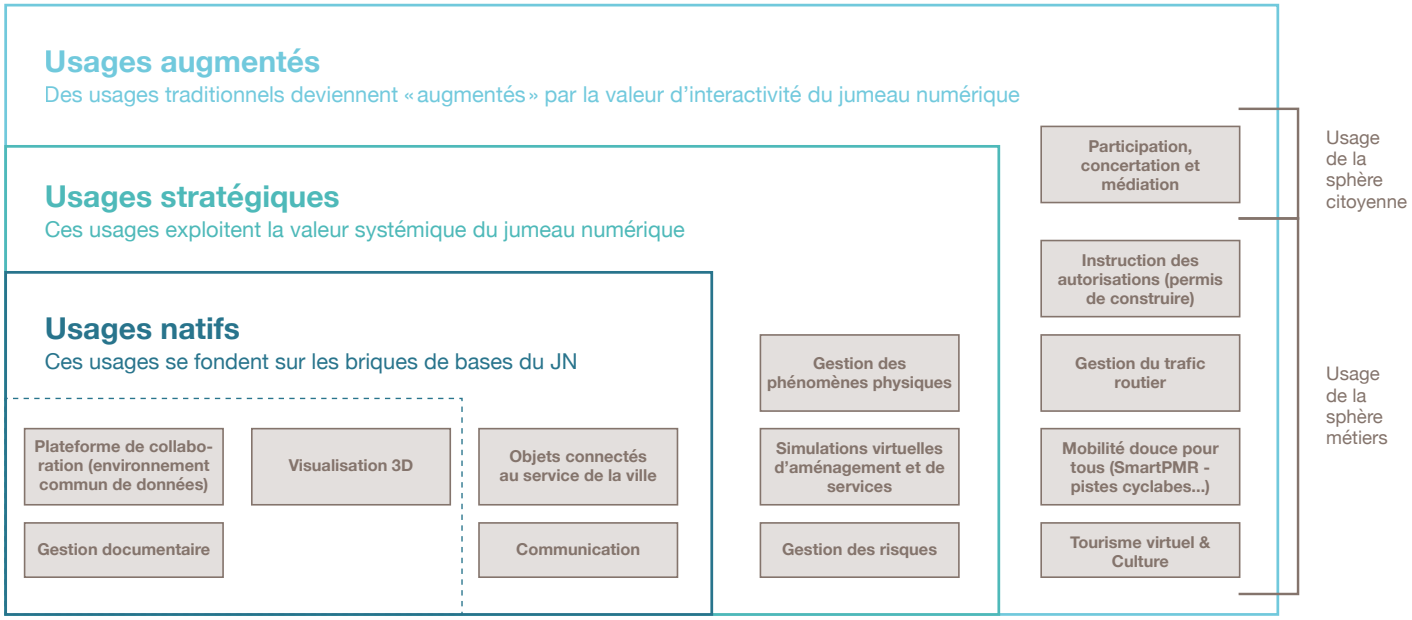
- **Des usages structurants** qui exploitent la valeur systémique du jumeau numérique :

  ↳ La gestion des phénomènes physiques (modélisation des phénomènes naturels : vent, bruit, potentiel solaire, etc.) ;

  ↳ La gestion des risques (analyse, modélisation et prévention des risques naturels et industriels : inondation, risque d'explosion, dispersion des fumées et substances dangereuses, etc.) ;

  ↳ Les simulations virtuelles d'aménagement et de services (test, évaluation et analyse de différentes variantes d'un projet d'aménagement urbain avant sa construction et tout le long de son cycle de vie).

- **Des usages augmentés** qui correspondent à des usages traditionnels existants et deviennent encore plus performants par la valeur d'interactivité du jumeau numérique : la gestion du trafic routier, l'instruction d'autorisations d'urbanisme, la mobilité douce, le tourisme virtuel, tout ce qui a trait à la concertation / médiation.



SCHEMA : les 3 catégories d'usage du jumeau numérique

D'autres usages du jumeau numérique de la ville sont envisageables mais n'ont pas été identifiés dans l'échantillonnage des villes analysé. Le jumeau numérique de la ville pourrait par exemple s'élargir à de nouveaux usages, hors domaines de compétences des collectivités locales. Par exemple, ils pourraient servir aux acteurs la crise sanitaire pour une gestion optimisée des mesures sanitaires ou pour simuler des réponses à une crise comme des évacuations face à une menace climatique.

Point d'attention

En aucun cas la qualité d'un jumeau numérique ne se juge au nombre d'usages développés

Il n'existe pas de hiérarchie des jumeaux numériques de la ville entre un jumeau développé avec des usages extensifs et un autre avec des usages plus modestes.

L'enjeu est pour la collectivité de savoir placer le curseur par rapport à ses besoins pour une cohérence entre jumeau et territoire. Le jumeau numérique est un moyen pour les villes. **Il ne se juge pas au nombre d'usages ni à leur typologie mais à la valeur apportée à la collectivité, à ses partenaires et à ses habitants** grâce à la gestion et l'exploitation intelligente des données récoltées.

II. Les Thématiques et défis qu'adresse le jumeau numérique de la ville

Le jumeau numérique de la ville produit des bénéfices pour les thématiques suivantes :

- Communication
- Optimisation budgétaire
- E-administration
- Gouvernance
- Prise de décision
- Support à l'innovation

Ces thématiques s'appliquent à tous les domaines de compétences des collectivités locales :

- Urbanisme,
- Exploitation,
- Nature en ville,
- Mobilités
- …

A titre d'exemple, la thématique communication peut porter sur un projet d'aménagement, de développement économique, de mobilité, etc.

Des exemples de pertinence de déploiement du jumeau numérique de la ville sont présentés ci-dessous pour chaque thématique.

1. Le jumeau numérique, un outil de communication

- **Communication**
- Optimisation budgétaire
- E-administration
- Gouvernance
- Prise de décision
- Innovation

Le jumeau numérique de la ville est un outil de communication car il « donne à voir » le territoire. Si au 19e siècle, Napoléon estimait qu'une carte vaut mieux qu'un long discours, il est probable qu'au 21e siècle, l'adage serait qu'« une visualisation 3D vaut mieux qu'un long discours ».

Cet outil de communication peut se décliner auprès des différentes parties prenantes en fonction des enjeux :

• Communication auprès des habitants au service de l'animation de la vie citoyenne. Pour Christophe Béchu, Maire d'Angers, le jumeau numérique sera « un outil de concertation et de participation citoyenne » sur les projets urbains. « On va désormais demander aux architectes de nous fournir leur projet afin de l'implémenter dans le jumeau numérique et pouvoir ainsi [en] présenter les impacts aux riverains. » ;

• Communication auprès des acteurs de la ville (promoteurs, architectes, etc.) au service de l'attractivité du territoire. C'est le sens de la démarche entreprise par la métropole de Lyon évoquée par Manuel Plane, Chef de projet SIG 3D *« nous souhaitions communiquer, de manière innovante, auprès du secteur de l'immobilier afin de mettre en avant le territoire, les projets et opportunités foncières pour les entreprises recherchant des implantations ».*

Exemple

LA SMART PLATEFORME D'ILE-DE-FRANCE

Lancé en 2019, la plateforme permet depuis son lancement d'évaluer le potentiel solaire des constructions. Elle permet aux Franciliens de s'informer et de visualiser simplement son toit en estimant sa capacité à produire de l'énergie.

Source : https://monpotentielsolaire.smartidf.services/fr/potentiel-solaire

2. Le jumeau numérique, un outil d'optimisation budgétaire

Communication
Optimisation budgétaire
E-administration
Gouvernance
Prise de décision
Innovation

Le jumeau numérique de la ville pourrait optimiser la gestion du patrimoine. A titre d'exemple, il permettrait de détecter facilement des anomalies sur les réseaux, y compris enterrés, ce qui réduit les coûts de détection et de réparation à long terme. Il permet de simuler des frais d'exploitation et d'identifier les potentiels gisements d'économies. Il permet également d'envisager une meilleure précision dans la conception, la réduction des visites sur site, etc.

Le jumeau numérique de la ville porte les promesses d'une ville dont le fonctionnement, à long terme, est moins coûteux : *« Avec la maquette numérique, l'Agglomération Pau Béarn Pyrénées met les problématiques d'exploitation au cœur des projets. Elle anticipe notamment une optimisation du rapport coût/qualité/délai des projets de construction et d'aménagement. »*

3. Le jumeau numérique, un outil d'E-administration

Communication
Optimisation budgétaire
E-administration
Gouvernance
Prise de décision
Innovation

Le jumeau numérique de la ville contribue mais aussi impulse la modernisation des services publics. Il accompagne la transformation digitale des compétences au sein des collectivités et vient augmenter les outils traditionnels (par exemple, le SIG).

Au sujet de la gestion des permis de construire par exemple : *« […]Les bénéfices attendus sont un gain d'efficience pour tous les acteurs : les administrés peuvent déposer et suivre leur dossier en tout temps, de manière fiable et en simultané avec l'ensemble des acteurs ; le suivi est excellent et les données fiables également pour l'administration ; enfin, les délais de traitement sont réduits »* explique Mme Dufresne directrice générale de l'office des autorisations de construire (OAC), département du territoire, Etat de Genève.

Exemple

Le Canton de Genève a réalisé la dématérialisation du processus de dépôt et d'instruction de permis de construire et va étendre le processus numérique à travers la création d'une passerelle permettant également le dépôt et l'instruction via les maquettes numériques BIM en lien avec la plateforme SITG (Le système d'information du territoire à Genève (www.sitg.ch) : Jumeau numérique du Canton).

4. Le jumeau numérique, un outil de gouvernance

- Communication
- Optimisation budgétaire
- E-administration
- **Gouvernance**
- Prise de décision
- Innovation

Le jumeau numérique de la ville aide à travers une gestion des données (urbaines, géographiques, socio-économiques, environnementales, etc.) les collectivités territoriales à créer une intelligence collective autour des données.
En cela, il répond aux enjeux de gouvernance et de transversalité entre les institutions publiques mais aussi avec les acteurs privés.

« Le jumeau numérique se révèle être un outil pertinent pour favoriser la collaboration entre les différents acteurs de la ville, internes comme externes, et désiloter les métiers » Christelle Gibon, responsable projets innovants à Rennes Métropole.

Exemple

« *Virtual Rennes* » pour un pilotage numérique de sa transformation

3DEXPERIENCity Virtual Rennes aura pour objectif de faciliter le partage de données à distance afin de simuler, planifier et gérer la ville de manière transversale et collaborative, pour développer des politiques publiques efficaces.

Crédits : Dassault System

5. Le jumeau numérique, un outil de prise de décision

- Communication
- Optimisation budgétaire
- E-administration
- Gouvernance
- **Prise de décision**
- Innovation

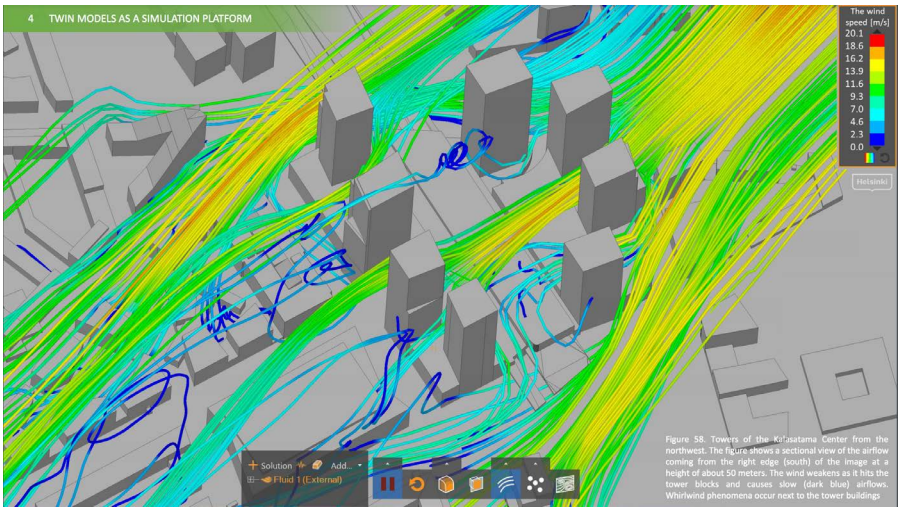
Le jumeau numérique de la ville offre une infinité de scénarisation pluridisciplinaire (risques naturels, risques industriels, trafic, phénomènes physiques, …,) qui permettent aux collectivités d'ajuster leurs interventions, leurs aménagements, leurs investissements et prendre des décisions éclairées.

Ces scénarisations et prédictions permettent d'évaluer en temps réel et en fonction de plusieurs variables identifiées, les meilleurs choix qui s'offrent à la collectivité. *« Par la simulation des fonctionnements urbains, il permet d'anticiper les évolutions du territoire et peut aider ainsi à planifier, de façon éclairée, le développement urbain et les services publics. »* Explicite Christelle Gibon, responsable projets innovants à Rennes Métropole.

Le jumeau numérique, quel que soit son périmètre, permet de prendre des décisions éclairées. Il constitue un moyen pour modéliser des scenarii et rendre nos territoires plus résilients, capables d'anticiper des évolutions futures dans le cadre de grands projets d'aménagement par exemple. Laurent Bouillot, PDG de Siradel, explique ainsi que le jumeau numérique permet de *« faire les choses pour de faux avant de les faire pour de vrai ».*

Exemple

Helsinki 3D+ vise à mettre en place un jumeau numérique pour permettre un développement intelligent de la ville d'Helsinki. La première brique de ce projet consiste en la création d'un jumeau numérique de l'éco- quartier de Kalasatama. Il est utilisé pour créer des simulations de phénomènes physiques notamment les simulations 3D de la dynamique des flux du vent, la simulation de l'apport solaire et la simulation des ombres portées au sol.



Simulations des flux du vent à Kalasatama
Source : https://www.hel.fi/static/liitteet-2019/Kaupunginkanslia/Helsinki3D_Kalasatama_Digital_Twins.pdf

6. Le jumeau numérique, un outil d'innovation

- Communication
- Optimisation budgétaire
- E-administration
- Gouvernance
- Prise de décision
- **Innovation**

Le jumeau numérique de la ville offre un champ d'innovation, d'expérimentation et de création de valeur pour des acteurs économiques de tous bords. Il favorise l'émergence de nouveaux services digitaux allant de l'optimisation du cycle de vie des produits par l'économie circulaire, jusqu'à la mobilité ou encore des services à l'usagers.

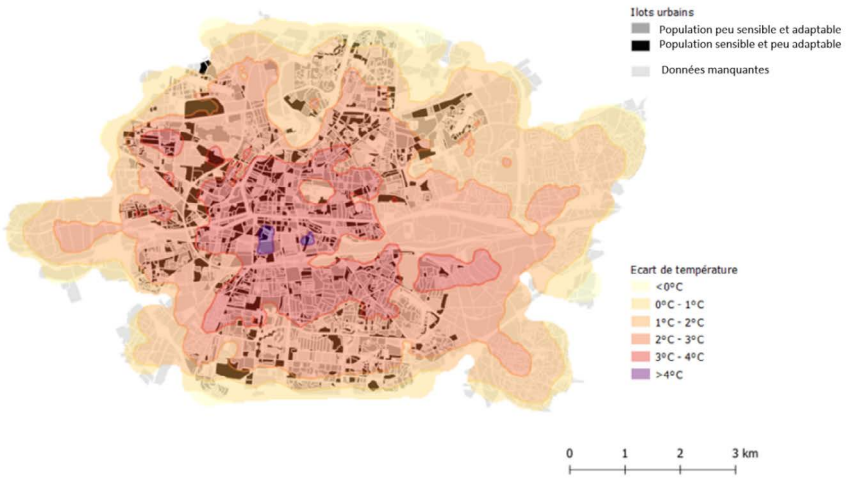
La Région Ile-de-France pense sa plateforme comme une occasion de développer de nouveaux services par les acteurs du territoire. La Région a ainsi signé des conventions de partenariat fin 2019 avec des acteurs pour engager *« les partenaires à participer activement à l'enrichissement des données et au développement de nouveaux usages et services pour les Franciliens. »*

Exemple

Rennes Métropole souhaite donner la possibilité à des PME, des entreprises de taille intermédiaire ou des start-ups de développer sur la plate-forme de nouveaux services basés sur le jumeau numérique du territoire ou d'y créer de nouvelles données à valeur ajoutée.

Quatre projets d'entreprises ont été retenus dans un premier appel à défis lancé en 2017 :

- le jumeau énergie de la métropole, visant à modéliser la consommation énergétique des bâtiments (société Energies Demain) ;
- une plate-forme collaborative sur les indicateurs liés à l'évolution de la nature en ville (société Kermap) ;
- la constitution d'un référentiel de données de mobilité à l'échelle péri-métropolitaine (société Eegle) ;
- la mise en œuvre d'une réalité augmentée collaborative, intégrant dans la modélisation les avis et commentaires des habitants (société Artefacto).



Source : https://www.images-et-reseaux.com/du-projet-jem-jumeau-energie-de-la-metropole-a-iloz-energies-demain-simplique-des-aujourdhui/

III. Mettre en œuvre un jumeau numérique de la ville : Quelques recommandations

III. Mettre en œuvre un jumeau numérique de la ville : Quelques recommandations

L'intérêt du jumeau numérique de la ville n'est plus à démontrer au regard des apports inédits qu'il peut apporter aux collectivités locales. Cependant, s'il constitue la bonne direction vers laquelle les collectivités doivent tendre, cette mise en œuvre représente un véritable enjeu dans sa mise en œuvre et une prise de risque à jauger au regard :

- Des capacités d'investissements de la collectivité concernée pour mener un projet dont le ROI n'a pas été établi ;
- De la maturité de la collectivité concernée en matière de conduite de projets de transformation digitale ;
- D'un marché peu mur avec un grand nombre d'acteurs qui prétendent proposer des solutions de jumeaux numériques alors que leurs offres ne représentent que des briques partielles d'un jumeau numérique, ce qui peut induire en erreur ;
- Des questionnements juridiques et éthiques qu'il pose en matière de gestion des données (propriété des données, RGPD, etc.) ;
- Du degré de cyber-sécurité des infrastructures.

Parmi les expérimentations déjà lancées, ont été identifiées des bonnes pratiques dans la mise en œuvre d'un jumeau numérique qui représente un projet complexe.
Ces bonnes pratiques permettent de faciliter la mise en œuvre d'un jumeau numérique de la ville par une collectivité. Ces bonnes pratiques sont regroupées en 6 recommandations qui donnent les clefs pour s'engager dans une démarche de jumeau numérique de la ville. **La prise en compte de ces recommandations par la collectivité ne doit pas lui faire faire l'économie d'une analyse de risques au regard des enjeux juridiques, économiques, de choix technologiques, de gouvernance et de cyber-sécurité qui vont accompagner la mise en place de son jumeau.**

1. **Définir ses besoins et fixer les objectifs stratégiques de son jumeau numérique : un préalable indispensable**
2. **S'appuyer sur l'existant en réalisant un état des lieux des technologies déjà présentes en interne : les prémices du jumeau numérique de la ville existent déjà dans nos collectivités**
3. **Identifier les ressources humaines nécessaires**
4. **Établir sa feuille de route et évaluer les enjeux**
5. **Structurer la gouvernance autour de son jumeau**
6. **S'assurer de l'indépendance technologique de son jumeau**

1

En synthèse

	Définir ses besoins et fixer les objectifs stratégiques de son jumeau numérique : un préalable indispensable
Recommandation	L'expression du besoin de la maîtrise d'ouvrage est fondamentale. Développer un jumeau numérique de la ville doit se faire en cohérence avec les axes stratégiques de la collectivité. L'objectif étant d'aboutir à un jumeau numérique, outil opérationnel en réponse à un besoin non couvert par les concepts et technologies disponibles par ailleurs. La mise en œuvre d'un jumeau numérique n'est pas une fin en soi. Il est légitimé par la réponse à des besoins exprimés par les acteurs traduits en usages concrets du jumeau numérique.
Exemple inspirant	**Ile-de-France Smart Services** Bernard Giry, conseiller numérique, Conseil régional d'Ile-de-France explique avoir été accompagné dans la définition des objectifs de la plateforme et que cette étape a été riche d'enseignements pour enrichir le projet initial : «*L'appel d'offre a eu lieux il y a 2 ans, d'abord nous avons fait appel à un assistant à maitrise d'ouvrage pour rédiger le cahier des charges avec un petit cabinet de conseil spécialisé. Le choix de la formule a été rentable, avec un enrichissement de la définition des objectifs et une amélioration du projet*».
Temporalité	Au démarrage, première étape dès l'initialisation du projet. Cette étape est estimée à environ 6 mois
Acteurs principaux mobilisés	Interne : élus, DGS, responsables de services Partenaires : utilisateurs futurs (ex : opérateurs de maintenance, exploitants de services urbains, Autorité organisatrice de la mobilité, etc.) Prestataires : assistance à maitrise d'ouvrage stratégique & conseil

2

En synthèse

	S'appuyer sur l'existant en réalisant un état des lieux des technologies déjà présentes en interne : les prémices du jumeau numérique de la ville existent déjà dans nos collectivités
Recommandation	Les collectivités disposent déjà en interne de briques technologiques et outils qui s'intègrent potentiellement à la solution globale de jumeau numérique. L'objectif de cette démarche est de capitaliser sur les ressources à disposition de la collectivité, de les enrichir dans une démarche progressive, pour construire son futur jumeau numérique. La première étape vers le jumeau numérique est de réaliser un état des lieux permettant d'aboutir à une cartographie des métiers et des acteurs de la ville ainsi qu'une cartographie des outils ou du système d'information existant au sein de la collectivité. Déployer une solution sans se baser sur les technologies déjà disponibles en interne ne permet pas de capitaliser sur les atouts déjà présents dans la collectivité. Une fois les usages et les outils existants évalués, il est nécessaire de cartographier les données nécessaires à chacun des usages et d'en préciser la provenance.
Exemple inspirant	**Le cas de Virtual Rennes** *« En l'an 2000, le Service d'Informations Géographiques (SIG, rattaché à la direction Aménagement urbain et habitat) de la Métropole de Rennes lançait déjà une modélisation numérique en 3 dimensions, dont l'objectif principal était de présenter différents projets d'aménagements aux citoyens. Le prestataire de la Métropole était alors une entreprise rennaise spécialisée dans la modélisation urbaine, Archividéo, qui va accompagner la collectivité (principalement le Service d'Informations Géographiques) sur ses projets de modélisation pendant une vingtaine d'années.* *Le projet Virtual Rennes est lancé en 2017 fort d'un partenariat de long terme entre la Métropole et les entreprises partenaires (Archividéo puis Dassault Systèmes qui a racheté Archividéo en 2013) s'inscrit ainsi dans la continuité des instruments développés par le système d'information géographique de la collectivité. Le SIG se trouve au coeur du projet, car le SIG était central sur le projet plus ancien ».*
Temporalité	Amont Environ 3 mois, peut être réalisé en parallèle de la recommandation n°1
Acteurs principaux mobilisés	Interne : élus, DGS, DSI, responsables de services et collaborateurs (instruction du droit des sols, finances, culture, périscolaire, …)

3

En synthèse

	Identifier les ressources humaines nécessaires
Recommandation	Le jumeau numérique de la ville révolutionne le secteur de la construction et de la gestion urbaine en raison du raz de marée technologiques qui inonde le marché. Cette révolution exige d'être accompagnée par de nouveaux métiers qui deviendront des incontournables au fur et à mesure de la croissance du marché du jumeau numérique. Pour accompagner la définition et la mise en œuvre du jumeau numérique, des ressources humaines, en régie ou externalisées, devront être mobilisées par les collectivités. En interne, un chef de projet disposant d'une compétence digitale (profil BIM ou SIG / géomatique avec possibilité de montée en compétences) est un acteur indispensable pour porter la réalisation du projet. Ce profil sera en charge de piloter le projet et de coordonner la démarche, orchestrer les parties prenantes. Les autres profils nécessaires à la mise en œuvre d'un jumeau numérique peuvent être en régie ou externalisés : développeur, intégrateur, Designer UX (User Expérience) en fonction des compétences déjà présentes en interne au sein de la collectivité et du prestataire choisi. La montée en compétences avec un plan de formation adéquate peut permettre de faire évoluer les profils déjà présents en interne.
Exemple inspirant	*À l'Eurométropole de Strasbourg, le service géomatique et connaissance du territoire compte 35 personnes. Olivier Banaszak, chef de service, explique que « Depuis 2014, nous avons une nouvelle unité de projet, composée d'un ingénieur et de deux techniciens à plein temps, pour modéliser le territoire en 3D et pour accompagner les nouveaux usages dans une optique de SIG3D, pour que tout le monde travaille en 3D. »* Jean-Guillaume Desprès de Vectuel constate également cette évolution dans ses échanges avec les collectivités, ses interlocuteurs ont évolué : *« historiquement, c'étaient d'abord les élus, les services de communication de la ville (l'outil servait surtout à cela), de l'urbanisme (on se projette dans la ville de demain), le service SIG (car on crée la carte), mais depuis peu, deux profils viennent s'y ajouter : les « BIM Managers » des grandes villes et le « Data Manager », ou le « responsable SmartCity » selon les cas… Ces profils 'd'ingénieurs BTP' n'existaient pas il y a deux ou trois ans dans les villes. »*
Temporalité	Amont Environ 2 mois, peut être réalisé en parallèle de la recommandation n°1
Acteurs principaux mobilisés	Interne : élus, DGS, DSI, responsables de services et collaborateurs (instruction du droit des sols, finances, culture, périscolaire, …)

En synthèse

4

Établir sa feuille de route et évaluer les enjeux

Recommandation

Identifier les étapes, actions et les jalons à suivre

L'analyse, le diagnostic et l'évaluation des écarts entre l'état des lieux et les ambitions en termes d'usages du jumeau numérique permettra de consolider une feuille de route de mise en œuvre du jumeau.

Cette feuille de route comprendra :

- L'acquisition de la donnée : collecte des données manquantes (référentiels gestion de patrimoine, données SIG, donnée règlementaires, …)
- Le déploiement de capteurs IoT (nécessaires selon les usages retenus)
- La structuration de la donnée : pour constituer un socle de données intégrables c'est-à-dire formatées et organisées pour pouvoir ensuite être traitées efficacement et automatiquement par les algorithmes
- L'intégration des données dans l'écosystème logiciel
- L'hébergement de la donnée dans un espace sécurisé

En continu tout au long du cycle de « vie » du jumeau numérique, devront également être prévues :

- La mise à jour des données au travers de campagnes d'acquisition supplémentaires
- L'intégration complémentaire suite aux évolutions des solutions intégrées
- La maintenance logicielle

Etablir un budget

Sur la base de cette feuille de route et des moyens humains nécessaires à sa mise en œuvre, pourra être estimé le coût du jumeau numérique. Il sera dépendant de 3 critères principaux :

- Le périmètre géographique du jumeau : Quartier, ville, Agglomération
- Les fonctions choisies pour le jumeau : Usages
- Les technologies et données dont dispose déjà la collectivité : SIG, GED, …

L'estimation budgétaire est complexe car pondérée par un nombre de paramètres important (qui découlent des 3 principaux critères ci-dessus) mais aussi parce que le jumeau numérique est un outil récent sur lequel il existe encore peu de partage de retours d'expérience. En effet, on peut penser que si l'investissement nécessaire au jumeau numérique se révèle assez important, il permettra de réduire les coûts dans le futur (meilleure anticipation des coûts d'aménagement à travers la simulation).

Cependant quelques éclairages :

- Acquisition de la donnée : son montant dépendra des attentes de la collectivité et des techniques de relevés.
  Le nuage de points permet des mesures plus précises et détaillées que le photomaillage 3D ; le nuage de points contient par exemple plus de détail sur la description du sol et de la végétation.

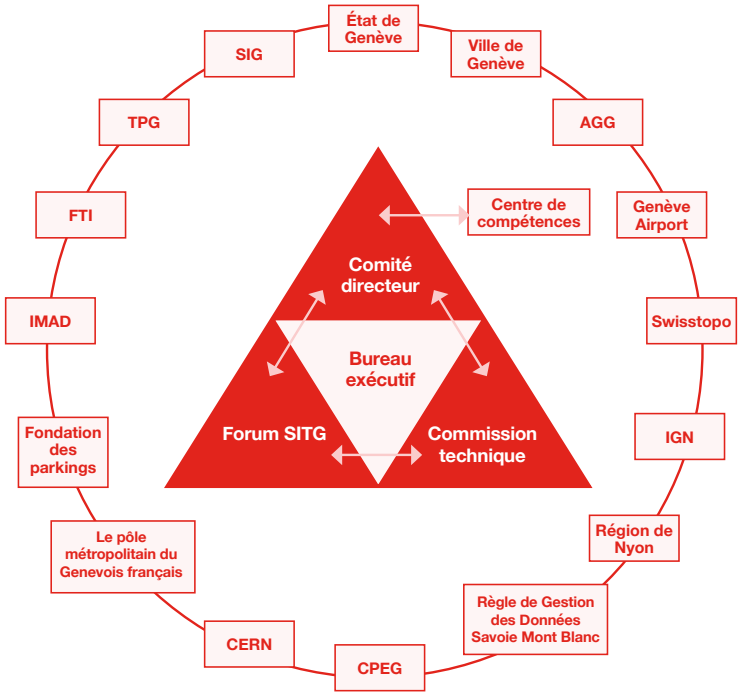
(suite page suivante)

En synthèse

	A savoir : certains usages nécessitent les mêmes acquisitions (typologie et niveau de précisions), ce qui permet de mutualiser les actions et réaliser des économies d'échelle. • Structuration de la donnée : il est nécessaire de mobiliser un data manager qui viendra structurer la donnée. Coût jour / homme de 1000€ à 1500€. La démarche sera sensiblement plus longue en fonction du nombre de jeux de données et structurer. • Intégration des données dans l'écosystème logiciels. Le temps nécessaire à l'intégration est pondéré par les trois critères suivants : • Nombre de solutions • Type de solutions • Volume de données • L'équivalent de 200 jours a minima sont nécessaires pour un coût / jour homme de 1000€ à 1500€. • Déploiement des capteurs : la fourchette de coût d'un capteur IoT varie entre 50€ et 1000€ en fonction du type d'information captée, de la fréquence de remontée de l'information et de sa sensibilité. Le nombre de capteurs dépend du cas d'usage pour lequel il est déployé. • Hébergement de la donnée dans un espace sécurisé. Le coût va dépendra également du niveau de sécurité que s'impose le MOA (hébergement en France ou à l'étranger). Trois cas de figure sont possibles : • Achat des serveurs et intégration *on premise* ; • Achat des serveurs et intégration chez un hébergeur ; • Location de serveurs et de service de maintenance **Adresser les enjeux connexes** **Un jumeau numérique de la ville est beaucoup plus qu'un choix technique.** Il nécessite d'adresser une multitude d'enjeux liés à la gestion d'une grande quantité de données notamment en termes juridique et de cyber-sécurité : • Propriété des données ? • Responsabilité des données ? • Protection des données ? • Traçabilité? • Etc. **Dans tous les cas, le jumeau numérique est un projet complexe qui ne peut être mené à bien sans un engagement fort de la collectivité avec un portage politique.**
Temporalité	Amont Environ 2 mois, peut être réalisé en parallèle de la recommandation n°1
Acteurs principaux mobilisés	Interne : élus, DGS, DSI, responsables de services et collaborateurs (instruction du droit des sols, finances, culture, périscolaire, …)

En synthèse

5

	Structurer la gouvernance autour de son jumeau
Recommandation	Le jumeau numérique nécessite de mettre en musique les parties prenantes du territoire au-delà des acteurs « traditionnels » de la ville. Tous les « producteurs » et « utilisateurs » de données doivent adhérer à ce projet commun pour créer une dynamique territoriale forte. L'enjeu de cette gouvernance sera de définir les règles de la donnée intégrée au jumeau pour en garantir la fiabilité.
Exemple inspirant	**Genève** Le Système d'Information du Territoire à Genève (SITG) est un organisme fondé sur un réseau de partenaires publics ayant pour but de coordonner, centraliser et diffuser les données relatives au territoire genevois.  L'Etat (services internes au canton) a un rôle de centre de compétences qui se charge de : • intégrer, normaliser, assurer la cohérence et l'administration des géodonnées de références ainsi que les géodonnées communes; • assurer la diffusion et la valorisation des informations et des produits; • gérer et diffuser le dictionnaire des géométadonnées; • conseiller et assister les départements, services et offices pour tous les aspects géomatiques; (suite page suivante)

En synthèse

	• assurer, en collaboration avec les institutions maîtresses, la promotion du SITG; • saisir et convertir, en collaboration avec les institutions maîtresses, des géoinformations liées à la gestion du territoire; • collaborer avec tous les centres de compétence des partenaires pour les projets liés à la gestion du territoire; • gérer les relations avec les utilisateurs tiers. **Les parties prenantes ont le droit de publier / injecter des données dans le jumeau numérique conformément à la charte d'utilisation dédiée.** En étant partie prenante, donc identifié dans l'organigramme, le partenaire s'engage à vérifier ses données avant de les transmettre pour intégration. Cela permet de responsabiliser les acteurs d'une part sur les données qu'ils fournissent et d'autre part à partager les efforts humains (pour que les services de l'Etat ne soient pas submergés par des quantités de données à analyser avant intégration). *Source : https://ge.ch/sitg/le-sitg/organisation*
Temporalité	En continu, dès l'amorçage du projet.
Acteurs principaux mobilisés	Tous les acteurs du territoire qui viendront enrichir et utiliser le jumeau numérique.

En synthèse

6

S'assurer de l'indépendance technologique de son jumeau

Recommandation

Deux types de démarches technologiques peuvent être comparées pour mettre en place un jumeau :

• Une démarche portée par des majors de l'édition logiciel qui proposent des solutions « clefs en main », qui peuvent être ou non intéropérables ;
• Des approches basées sur l'open source.

Les éditeurs logiciels proposent des solutions très complètes. Elles présentent l'avantage d'être régulièrement enrichies de nouveaux usages. Les éditeurs qui se démarquent à ce jour sont :

• Opencities planner de Bentley, qui dispose d'une expérience solide sur le jumeau numérique de l'industrie ;
• 3Dexpériencity de Dassault Systèmes (Singapour, Rennes)
• Smart city explorer de Siradel (Région Ile-de-France)
• Arcgis urban de Esri (Boston)

Les approches basées sur l'interopérabilité et l'open source se distinguent des solutions logicielles car elles partent du besoin exprimé par la collectivité. C'est la bonne définition de ce besoin qui permet de calibrer les attentes en termes de solutions logiciels et ainsi construire un système d'information ouvert et interopérable. Les solutions éditeurs proposent des solutions « clefs en main » qui sont donc moins adaptables aux besoins spécifiques définis par la collectivité.

Tableau comparatif des avantages et inconvénients par approche

	Majors de l'édition logiciel	Description
Usages	- Usages diversifiés et déjà développés	- Usages pas ou peu développés qui nécessitent parfois des développements complémentaires portés en interne ou par des contrats de prestations
Temporalité	- Solution clef en main qui peut être mise en place rapidement	- Solution qui nécessite une expression de besoin claire pour la définition des outils et donc plus longue en termes de développement
Technologie	- Pas ou peu d'interopérabilité - Dépendance vis-à-vis d'une solution logicielle unique	- Données ouvertes et accessibles - Flux interopérables - Solutions qui nécessitent une maintenance portée en interne des collectivités ou portée par des contrats de prestation
Coûts	- Coûts perpétuels (licence ou jetons)	- Coût au démarrage + coûts de maintenance

(suite page suivante)

En synthèse

L'approche choisie est un choix déterminant pour la collectivité. Il est préconisé que la ville **conserve la maitrise de son jumeau numérique** en limitant sa dépendance aux éditeurs logiciel : l'évolution du jumeau numérique de la ville ne doit pas être déterminé par un choix de solutions propriétaires.

Une collectivité peut envisager une démarche intermédiaire en mixant des solutions propriétaires et open source : l'enjeu reste le même de ne pas devenir dépendante de solutions fermées. Ces solutions fermées pourraient empêcher (par manque d'interopérabilité) le développement de nouveaux usages ou de nouveaux services. Dans ce cas, la collectivité s'appuie sur des solutions propriétaires uniquement à la condition où celles-ci sont interopérables.

Ce choix entre solutions ouvertes ou fermées déterminera l'effort d'intégration nécessaire. En effet, le jumeau numérique est un écosystème de solutions. Comme tout projet digital, une intégration des solutions est à prévoir, ce qui génère des coûts. Cette intégration permet de faire dialoguer les différentes solutions mobilisées et d'assurer un flux de données transversales. La maintenance permet de pérenniser les technologies (exemple : mises à jour).

L'importance de cette intégration est conditionnée par :

- Le nombre de solutions mobilisées. Plus le nombre de solutions sera important plus l'intégration sera coûteuse.
- Le type de solutions mobilisées plus ou moins ouvertes. En open source, l'intégration est moins onéreuse car plus simple du fait de l'interopérabilité des solutions.

Tableau d'intensité d'effort d'intégration par typologie d'écosystème

	Une seule solution	Peu de solutions	Beaucoup de solutions
Solutions fermées	+	+++	++++
Solutions ouvertes	+	++	+++

Exemple inspirant

Strasbourg

Le fort portage politique des projets d'innovation couplé à une prise de conscience des services de la collectivité du besoin de digitalisation et à des équipes internes sensibilisées aux enjeux de l'open BIM, a fait émerger le jumeau numérique.
Leur parti pris a été de prioriser les usages dans une logique de progressivité.
C'est dans un second temps, sur la base des usages identifiés qu'ont été analysés les prérequis en termes d'acquisition des données nécessaires. Le choix des solutions logicielles adaptées puis adoptées repose sur ces analyses fines préalables.
La collectivité a fait l'acquisition des données et des logiciels a minima pour faire fonctionner des outils en open source basés sur leurs besoins prioritaires.

(suite page suivante)

En synthèse

	« Nous utilisons des outils open source pour des questions budgétaires, mais aussi pour des questions plus globales, ; l'open source ce n'est pas forcement gratuit, cela demande de l'accompagnement, le modèle se fonde sur un principe sain, de mutualisation des dépenses publiques, pour pouvoir plus facilement faire cofinancer ce que tout le monde va réutiliser. Il permet l'égalité des territoires, pour que les territoires les plus pauvres profitent des avancées des territoires riches. » Olivier Banaszak, responsable du service géomatique et connaissance du territoire à l'Eurométropole de Strasbourg
Temporalité	En continu, dès la définition des choix technologiques.
Acteurs principaux mobilisés	Interne : élus, DGS, responsables de services

IV. Conclusions et perspectives

IV. Conclusions et perspectives

Le jumeau numérique de la ville est une technologie récente dont tous les atouts n'ont pas encore été explorés. Il semble être aujourd'hui l'outil d'organisation de leur information du territoire le plus adapté pour aider les collectivités locales dans leur gestion et leur prise de décision. Si certaines métropoles s'en sont déjà saisi, au moins de façon expérimentale, il représente également une opportunité pour les petites et moyennes collectivités d'être plus agiles et résilientes. **L'enjeu sera pour ces collectivités sera de définir leur «juste besoin» (cohérence jumeau / territoire) dans une démarche progressive d'enrichissement de leur jumeau.** Pour Luz Ross, Directeur général de Virtual City Systems, « la mise en place d'un réel jumeau numérique va s'implémenter avec le temps grâce à la compétition et une meilleure prise de décision. Aujourd'hui, il y a une réelle pression sur les décideurs pour mieux gérer la ville en raison des défis auxquels elles font face, notamment le changement climatique ».

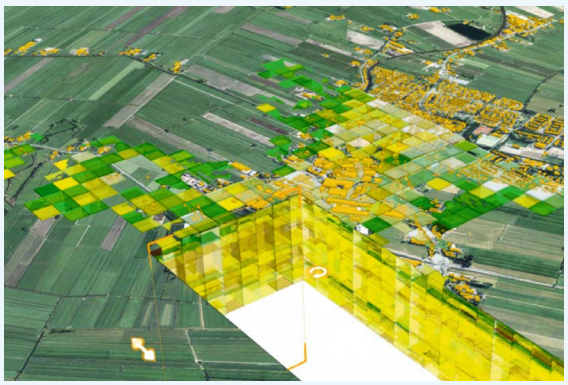
Le déploiement de jumeaux numériques sur les territoires ne pourra se faire qu'en parallèle d'une démarche globale de digitalisation, de management de la donnée, de formation des acteurs. Le jumeau numérique s'inscrit dans la continuité numérique des outils déjà mobilisés par les collectivités. Plus une collectivité sera mature en conduite de projets d'IT et disposera de ressources humaines expérimentées, plus elle sera en capacité de déployer un jumeau numérique dont l'indépendance technologique est garantie à long terme.

Enfin, il convient de porter un œil attentif aux expérimentations des «pionniers» du jumeau numérique pour bénéficier de leur retour d'expérience, identifier et consolider un business model. A ce jour, il est encore trop tôt pour estimer précisément les gains au long court qui constituent un élément de motivation fondamental pour un tel investissement.

En conclusion, quelle que soit la taille de la collectivité, le jumeau numérique de la ville n'est surtout pas un outil ou une fin en soi, mais une démarche englobante.
C'est avant tout la démarche de transformation des services, l'adhésion des parties prenantes autour d'une gouvernance renouvelée, la profondeur du questionnement sur les usages attendus, qui feront du jumeau numérique un succès.

Et demain : aller vers un cadre national aux collectivités pour créer des jumeaux numériques interconnectés ? Inspirations à l'international.

Zoom sur le « Basis registratie Ondergrond (BRO) » aux Pays-Bas



Depuis l'entrée en vigueur du BRO Act le 1er janvier 2018, il est obligatoire pour toutes les collectivités de créer et alimenter un jumeau numérique avec leurs données relatives au sol mais aussi au sous-sol.

Source : https://www.usinenouvelle.com/editorial/les-jumeaux-numeriques-de-l-invisible.N953856

Zoom sur le « national digital twin program » de Grande-Bretagne

Le gouvernement britannique a mis en place au premier semestre 2020 un cadre commun et obligatoire de gestion de l'information des jumeaux numériques qui est l'aboutissement de plusieurs années de travail. Cette démarche est issue d'une réflexion sur le management des données de l'environnement bâti qui a abouti à la rédaction des premières normes BIM. Ce cadre commun permet de créer un écosystème de jumeaux numériques connectés qui peuvent communiquer.
Le cadre commun permet d'aligner industrie, universités, acteurs publics et privés etc. dans une gestion gouvernementale des données et donc d'agréger toutes les données.

Source : https://www.cdbb.cam.ac.uk/what-we-do/national-digital-twin-programme

Remerciements :

Bernard GIRY, *Conseiller numérique, Conseil régional d'Ile-de-France*

Lutz ROSS, *Directeur général de Virtual City Systems*

Pascal OEHRLI, *Directeur du centre de compétence du SITG*
et Ophélie VINCENDON, *BIM Manager, Canton de Genève*

Olivier BANASZAK, *responsable du service géomatique* et Philippe SLISSE, *ingénieur, responsable de la transition de la SIG 2D vers la 3D, Métropole de Strasbourg*

Jean-Guillaume DESPRES, *Directeur de développement, Vectuel*

Ce rapport a été piloté par la Banque des Territoires :

Jeanne Carrez-Debock, *responsable du Programme Smart city et innovation territoriale*
jeanne.carrez-debock@caissedesdepots.fr

Chloé Friedlander, *chargée de mission smart city et innovation territoriale*
chloe.friedlander@caissedesdepots.fr

Ce rapport a été rédigé par Egis Conseil :

Miryam Le Madec, *responsable outils, méthodes et R&D*
Miryam.le-madec@egis.fr

Maria Pallone, *consultante smart city*
maria.pallone@egis.fr

BANQUE des TERRITOIRES | Caisse des Dépôts GROUPE

banquedesterritoires.fr

@BanqueDesTerr