

digitaltwin

PLAY BOOK

N°03
JAN.
2025

FOCUS

De la donnée à la décision, Seqens joue la continuité numérique

PAROLES D'EXPERTS

**OLIVIER CELNIK &
MATHIEU ARQUIER**

À LA DÉCOUVERTE

**DES JUMEAUX NUMÉRIQUES
POUR LE STOCKAGE DES
DÉCHETS RADIOACTIFS**

LA VIE DU CLUB

**NOS PROCHAINS
RENDEZ-VOUS**

digitaltwin
alliance



www.digitaltwin-alliance.com



SOMM- AIRE

04

FOCUS

**De la donnée
à la décision, Seqens
joue la continuité
numérique**

10



PAROLES D'EXPERTS

**Olivier Celnik
& Mathieu Arquier**

15

À LA DÉCOUVERTE

**Des jumeaux
numériques pour
le stockage des
déchets radioactifs**

14



LA VIE DU CLUB

**Nos prochains
rendez-vous**



Édito



Avec ce troisième numéro, nous poursuivons notre exploration des jumeaux numériques et de leur rôle dans la gestion des infrastructures et du patrimoine immobilier.

Ce mois-ci, nous mettons en avant le cas de **Seqens**, qui intègre progressivement une continuité numérique dans l'exploitation de ses 106 000 logements. À travers cette initiative, nous voyons comment un acteur du logement social structure ses données pour optimiser la gestion, anticiper la maintenance et améliorer la performance énergétique de son parc. La **transition du BIM GEM vers un véritable jumeau numérique** ne repose pas seulement sur la modélisation, mais avant tout sur une organisation des données pensée pour répondre aux besoins des métiers sur le terrain. Cette approche illustre une évolution pragmatique du numérique dans la gestion des bâtiments, en mettant la donnée au cœur des processus.

Nous élargissons également la réflexion avec un focus sur les **jumeaux numériques appliqués au stockage des déchets radioactifs**, un domaine où la modélisation et la simulation ouvrent des perspectives nouvelles en matière de sûreté et de gestion à long terme.

Enfin, nous vous proposons un échange passionnant avec **Olivier Celnik** et **Mathieu Arquier**, deux experts du BIM et du jumeau numérique, qui reviennent sur l'évolution de ces concepts et sur la manière dont ils s'articulent aujourd'hui dans les secteurs de la construction et de l'exploitation des infrastructures.

Nous espérons que ce numéro vous apportera des clés pour mieux appréhender les enjeux liés à l'implémentation des jumeaux numériques et les stratégies pour en tirer un bénéfice concret.

Bonne lecture !

digitaltwin
PLAY
BOOK

N°03 - JANVIER 2025

DIRECTEUR DE LA PUBLICATION
Patrick Falfus

RÉDACTEURS
Joy Cordier
Gersendre Nagy

MISE EN PAGE
Martin Waroux

DROITS PHOTO
Sabine Dundure
AdobeStock_277175029.jpeg
AdobeStock_380437277.jpeg
AdobeStock_594278002.jpeg
AdobeStock_367326997.jpeg
AdobeStock_38540175.jpeg
AdobeStock_871086178.jpeg
AdobeStock_1156920476.jpeg
AdobeStock_546208905.jpeg
AdobeStock_1079560734.jpeg

POUR ÉCRIRE À LA RÉDACTION
dta@ptolemee.com

De la donnée à la décision, Seqens joue la continuité numérique

Seqens possède un parc immobilier de 106 000 logements qui en phase d'exploitation représente 47% de ses émissions de GES. Si cette filiale d'Action Logement veut évidemment réduire son impact carbone, elle s'impose un autre défi : construire 4 000 logements neufs par an et en réhabiliter tout autant.

Cela passe forcément par la recherche de solutions numériques pour optimiser les aspects critiques de la gestion de son parc immobilier. C'est dans cette perspective qu'elle a développé un projet de continuité numérique. L'exemple qui va suivre permet de comprendre la différence entre BIM GEM et jumeau numérique, mais aussi comment un bailleur social peut mettre les données au cœur de sa stratégie numérique.

Le point de départ : le BIM GEM, une 1^{ère} approche

La donnée joue un rôle central dans l'activité du bailleur social, notamment en ce qui concerne la conformité de ses actifs aux exigences réglementaires, environnementales et financières, tout au long des différentes phases du projet, en particulier lors de l'exploitation. C'est dans ce cadre que le BIM « gestion » trouve toute son utilité.

Le BIM-GEM (Gestion-Exploitation-Maintenance) repose principalement sur l'utilisation de la maquette numérique comme socle d'informations, destinée à répondre aux besoins opérationnels en phase « exploitation ». Cela inclut l'évaluation de l'état des actifs, la planification de maintenances préventives plus efficaces et la simulation de scénarios pour optimiser l'utilisation des ressources.



Figure 1. Avantages de la numérisation du patrimoine lors des quatre principales phases du cycle de vie d'un bâtiment.

Seqens a mis en œuvre une démarche de collecte et de fiabilisation des données, ainsi que leur centralisation et leur partage. Une stratégie qui implique principalement trois directions :

- La direction du patrimoine (DP), responsable des opérations de réhabilitation, de suivi des équipements et, plus globalement, de la gestion du patrimoine.
- La direction de la maîtrise d'ouvrage (DMO), chargée des opérations de construction neuve.
- La direction des services et de l'information (DSI), qui gère le stockage et l'alimentation des données dans les logiciels métiers.

Cette approche vise à répondre aux besoins en données de l'ensemble des métiers de l'entreprise, en particulier en matière d'exploitation et de maintenance du patrimoine. C'est ainsi qu'est née la notion de continuité numérique au sein de Seqens. « La clé de voute de notre démarche : une cartographie des données* (encadré) pour connecter les différents secteurs et systèmes informatiques. Nous nous sommes attelés à identifier les besoins en données pour les métiers, les outils, les réglementations et les plans de travaux, mais aussi identifier les utilisateurs de données et la synchronisation pour garantir la continuité des flux d'informations.

Le fait de s'appuyer sur l'ISO 19650-3[26] qui régit la création, la gestion et l'échange d'informations liées à la maintenance d'actifs nous assure de travailler dans un format numérique cohérent » explique Asma Ben Mansour, alors responsable stratégie numérique. « En parallèle ont été intégrés les détails d'objets spécifiques, comme le matériau structural d'une façade, associé à un élément particulier dans la maquette numérique, tel qu'un mur et son matériau constitutif. » Finalement ce qui a été créé est un entrepôt de données (data Warehouse) structure de stockage dédié à rassembler, organiser et analyser d'importantes quantités de données provenant de diverses sources au sein de l'entreprise, et qui viendra aussi alimenter les logiciels métiers, donc les maquettes numériques.

À ce stade, le BIM GEM de Seqens assure les données nécessaires à la gestion de son parc et vérifie leur compatibilité avec les différents systèmes en place. En outre, il constitue la forme embryonnaire du jumeau numérique, qui contient, par le biais de sa maquette, une panoplie de données sur l'ouvrage réel. L'ambition de Seqens serait que cette démarche sera alimentée à terme par des données collectées par les capteurs sur site.

Projet « Continuité numérique »

Ce projet permet de collecter l'ensemble des données BIM produites dans le cadre des projets de construction et de réhabilitation, de les centraliser dans une représentation numérique. L'ensemble des informations nécessaires extraites de ces données afin de les échanger avec l'entrepôt de données Seqens. Ces données ont été récoltées auprès des experts métiers, triées selon les usages et organisées de sorte à assurer la traçabilité de chacune. Cela pour des informations suffisantes, fiables et uniques. Le produit de ce travail est dénommé « cartographie des données ». La matrice de détails en est une dérivée.

L'entrepôt de données pourra faire office d'interface pour interagir avec les divers logiciels d'exploitation de l'entreprise. Dans un mouvement inverse, les informations des systèmes d'information Seqens collectent, entre autres, l'ensemble des informations d'exploitation des bâtiments.

Ces informations doivent pouvoir remonter vers l'environnement de collecte et de partage de données BIM afin de pouvoir être représentées dans un format IFC et mises à disposition des collaborateurs de Seqens.

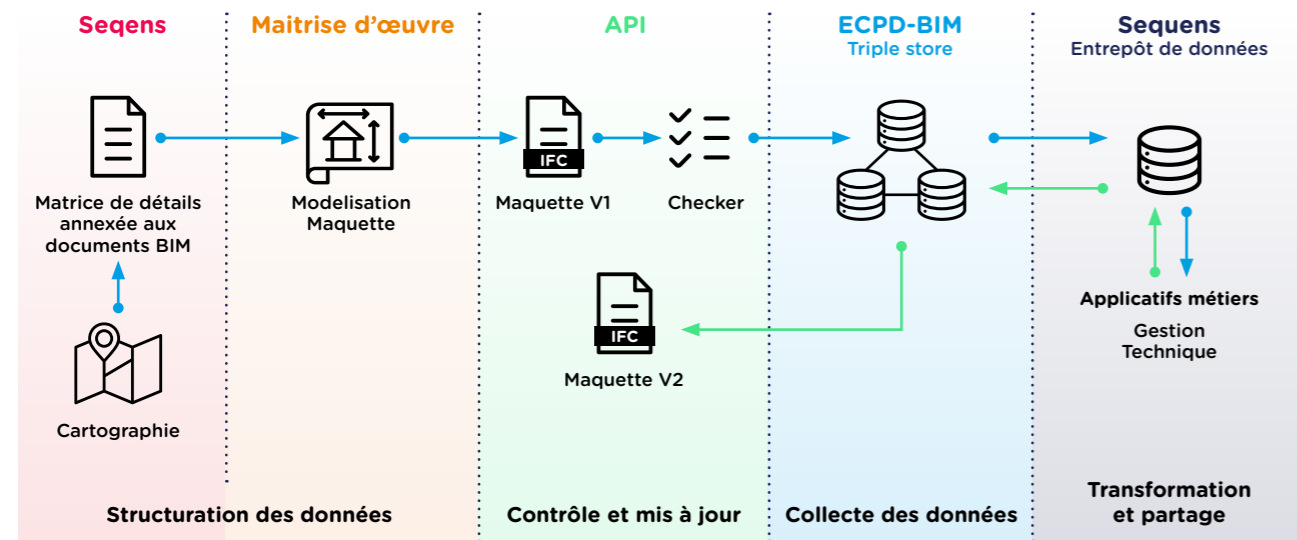


Figure 2. Continuité numérique Seqens.



Le catalyseur

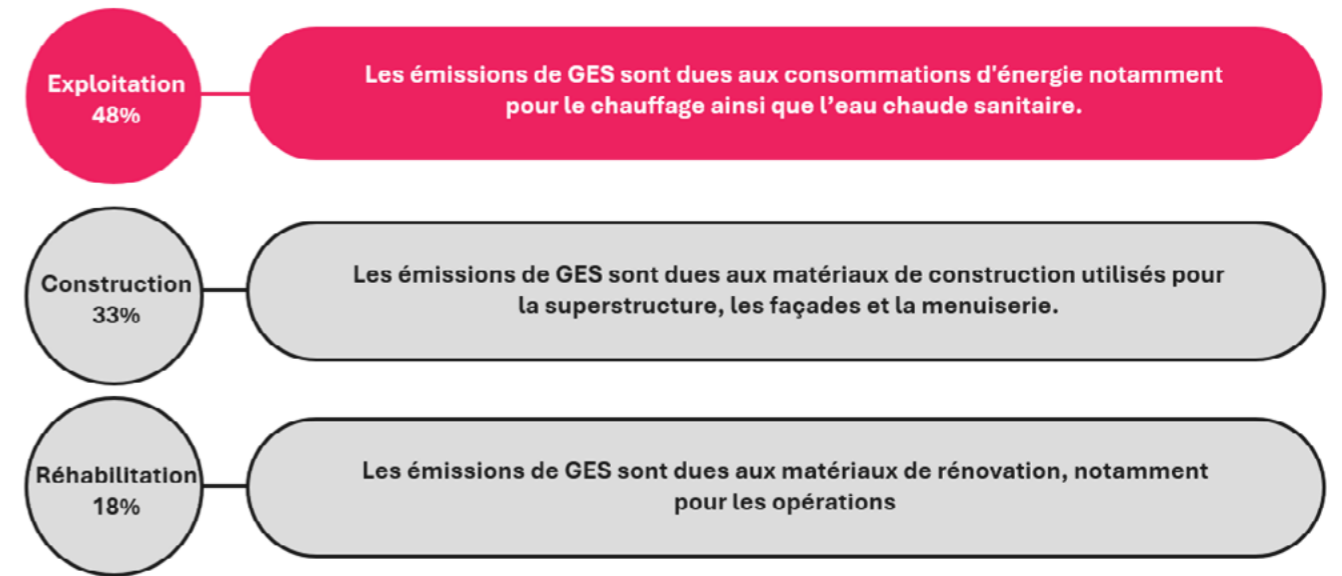


Figure 3. Bilan des émissions de GES Seqens.

Plus de 47 % des émissions de GES de Seqens sont concernées par la phase d'exploitation, qui elle-même représente environ 80 % de la durée de vie des bâtiments et engendre 75 % des coûts totaux. Il faut donc aller plus loin dans cette démarche de BIM gestion et la faire évoluer vers le jumeau numérique en vue de réduire des coûts opérationnels liés à la maintenance ainsi qu'à l'optimisation des consommations énergétiques. Cette forme de jumeau numérique informatif doit converger vers :

- Une maintenance proactive pour anticiper les besoins de maintenance, prévenir les pannes et prolonger la durée de vie des équipements,
- Et un suivi des performances par la collecte et l'analyse de données pour évaluer la performance énergétique et environnementale des bâtiments en situation.

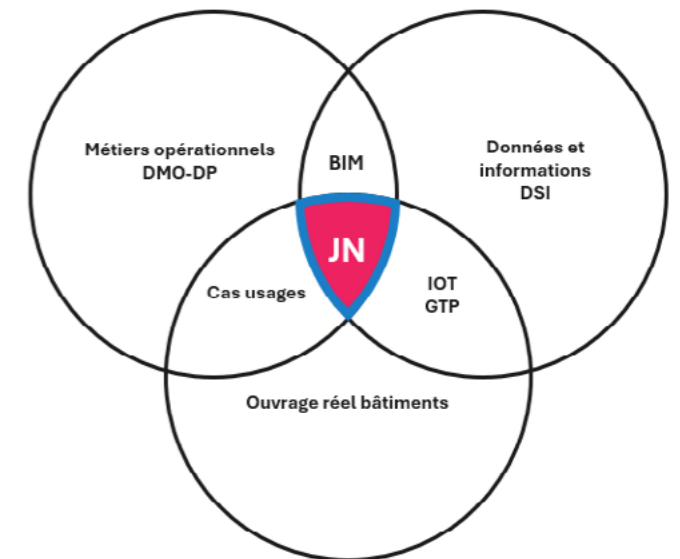


Figure 4. Interconnexion du milieu physique et opérationnel.

« Seqens ambitionne de faire évoluer ses maquettes numériques en une base de données organisée et en jumeaux numériques pour sa gestion patrimoniale. Nous allons ainsi travailler à mettre en place un système de collecte et de partage de données BIM en temps réel, accessible à tous les intervenants de la conception à la gestion opérationnelle des bâtiments. Ce système faciliterait la connexion entre toutes les informations cruciales pour la vie des ouvrages, rassemblant les données générées par les équipes de Seqens, les adaptant pour l'exploitation et les rassemblant dans une représentation numérique partageable. Simultanément, il mettrait à jour les maquettes numériques avec les informations recueillies durant la phase GEM »

explique Florence Bovet, Directrice du Patrimoine.



Seqens considère qu'à court terme, la modélisation n'est pas indispensable pour déployer son jumeau numérique, certains usages clés pouvant s'en passer. L'intégration des actifs existants sera donc possible et facilitée par des campagnes de mise à jour des données par le biais de sa GTP. Cependant, à long terme, l'entreprise n'exclut pas la possibilité de recourir à la modélisation, ce qui permettrait d'enrichir les fonctionnalités et d'élargir les applications de son jumeau numérique.

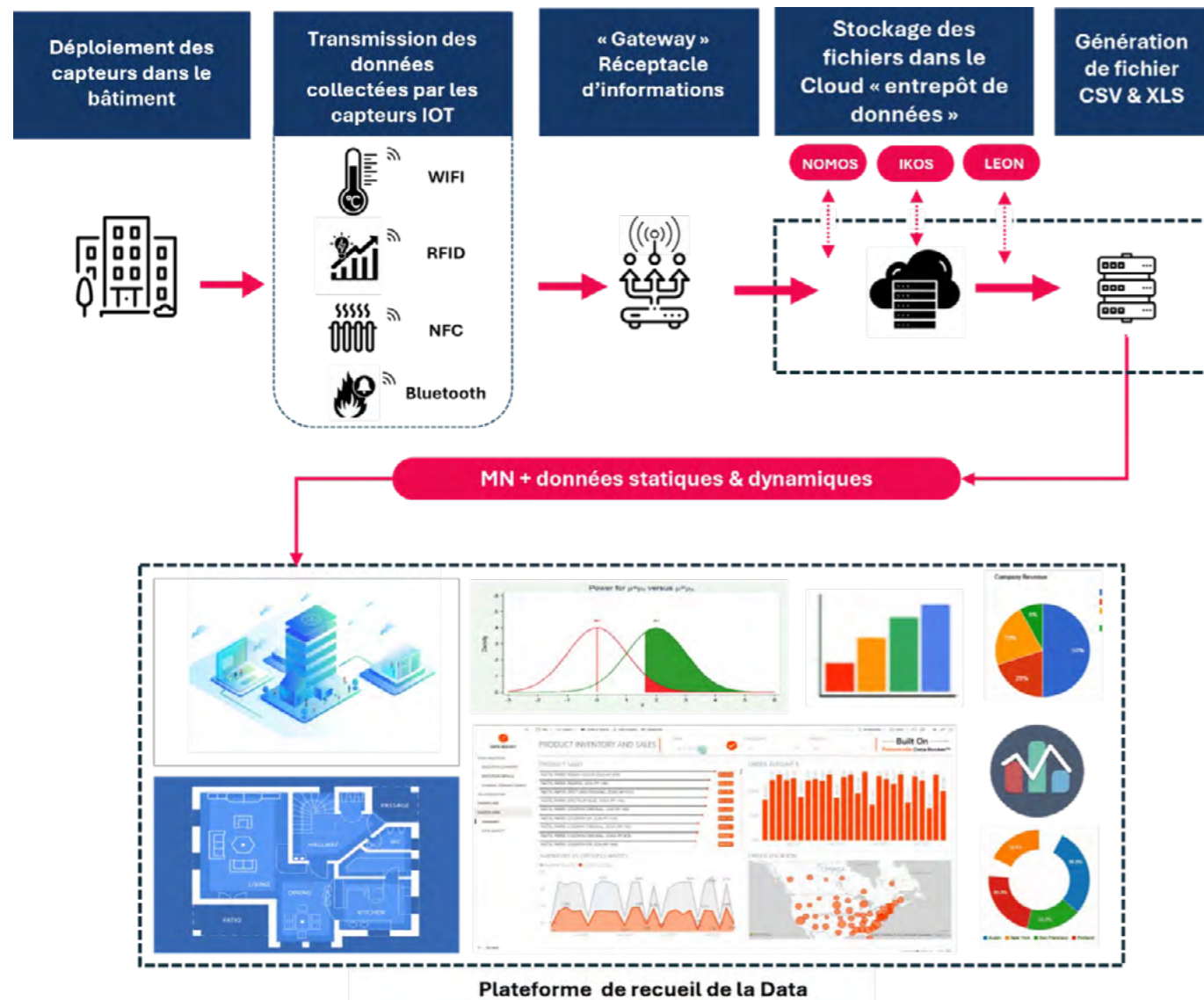


Figure 5. Réflexion sur l'architecture informatique du jumeau numérique Seqens

Se presser avec méthode

« Comme l'intégration du BIM chez Seqens qui a pris 5 ans, celle du jumeau numérique se fera sans précipitation. Bien sûr les usages du jumeau numérique sont nombreux pour ne pas dire illimités ! Mais encore faut-il qu'ils soient exploités par les acteurs. C'est pour cela qu'il faut impérativement prendre le temps d'interroger les équipes et les experts, de formaliser les besoins pour mettre en place des process et des solutions adaptées qui soient utiles et donc utilisés » explique avec conviction Asma Ben Mansour. « Le but n'est pas de tout avoir, mais de voir de quoi les équipes ont besoin et de s'assurer que l'usage fonctionne en instrumentant un bâtiment. Expérimenter permettra de rendre l'usage opérationnel et de le généraliser. »

Pour passer au jumeau prédictif, les équipes de Seqens se remettent à l'ouvrage pour analyser le contexte, le besoin (contours, impacts, fonctionnalités), les points forts, les faiblesses, les opportunités et les menaces de ce projet. À l'instar de la démarche BIM mise en œuvre chez Seqens, plusieurs étapes sont indispensables avant la mise en place du jumeau numérique :

- **Clarifier** les besoins et définir les objectifs et usages du projet.
- **Évaluer** les technologies internes existantes (ce qui peut être utilisé, adapté, ce qu'il manque).
- **Identifier** les ressources humaines et techniques nécessaires au déploiement.
- **Établir** une feuille de route détaillée pour sa mise en place.
- **Structurer** une gouvernance adaptée pour encadrer le jumeau numérique.
- **Garantir** l'indépendance technologique de la solution.

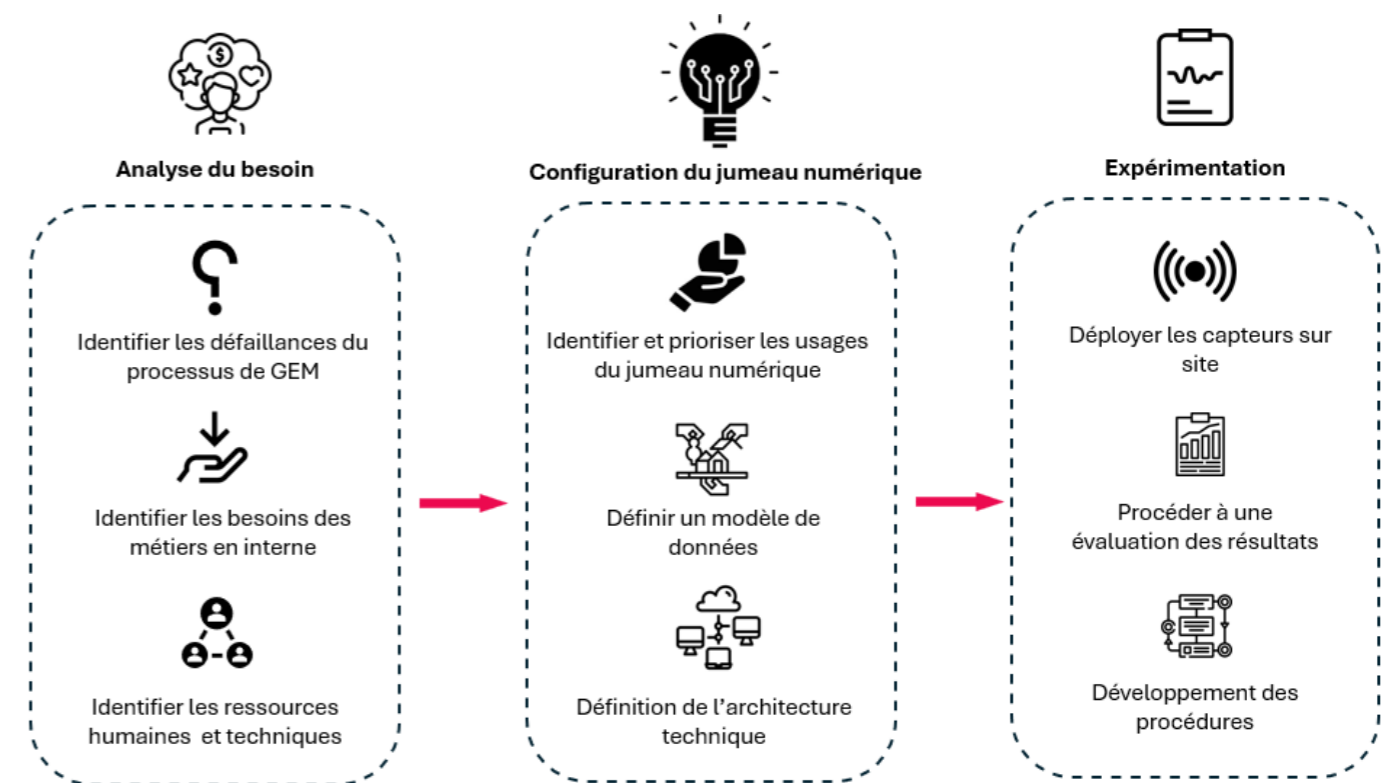


Figure 6. Étapes clés de la mise en place du jumeau numérique Seqens.

Partir du terrain

« Le jumeau numérique n'est pas une solution universelle, mais plutôt une réponse que nous souhaitons apporter à un problème spécifique. Chaque jumeau numérique est spécifique selon l'écosystème dans lequel il doit s'intégrer aussi bien de manière organisationnelle, opérationnelle qu'informatique » pointe Florence Bovet. C'est ainsi qu'ont été identifiés différents cas d'usage, points de départ d'une possible mise en œuvre du jumeau numérique.

Usages	Enjeux	Comment	Acteurs	Bénéfice
Suivi de la consommation énergétique de nos groupements immobiliers.	Optimisation des coûts énergétiques.	Données de consommation énergétique en temps réel.	Ingénieurs énergéticien, AMO BET ENV.	Réduire l'écart de consommation énergétique entre puissance souscrite et atteintes par l'optimisation de la commande de ressources énergétiques.
Détection des anomalies.	Maintenance Prévention des défaillances	Base de données des fonctionnements.	Ingénieur énergéticien, Responsable contrats,	Réduction des risques de pannes et d'arrêts imprévus.
Anticipation des anomalies.	Maintenance Minimisation des risques.	Historiques des données de fonctionnement des équipements.	Experts ascenseurs et systèmes automatisés.	Réduction des risques de pannes et d'arrêts imprévus.
Simulations énergétiques.	Gouvernance Évaluation des performances énergétiques du bâtiment.	Rapport de comparaison de scénario.	Ingénieurs énergéticien, AMO BET ENV.	Optimisation des performances énergétiques et réduction des coûts.
Calcul du taux d'occupation.	Mise à jour des logements occupés et vacants.	Nombre de locataires par étage.	Gestionnaire de proximité, Chef(fe) de projet patrimoine.	Meilleure utilisation des locaux, réduction des coûts d'énergie, amélioration de l'efficacité opérationnelle.
Analyse de la qualité des ouvrages/ confort locataire.	Assurer un confort décent à nos locataires.	Mesure de la qualité de l'air.	Gestionnaire de proximité, Chargé de mission contrat, Experts métiers.	Amélioration du bien-être des occupants, conformité aux normes environnementales.

La preuve par l'exemple

La maîtrise des consommations énergétiques des chaudières collectives est primordiale. Cette dernière est précédée par une phase qu'est l'identification de l'écart de consommation entre les puissances souscrites et celles réellement atteintes. C'est ce qui permettra à terme de mettre en place une gestion intelligente et optimisée les contrats souscrits. Un moyen pour éviter les commandes excessives ou insuffisantes, et pour planifier de manière proactive les approvisionnements aux moments les plus opportuns. Cette gestion raisonnée de ces ressources entraînerait une réduction des charges mensuelles, améliorant ainsi la satisfaction des locataires.

Les usages prioritaires comprennent le suivi de la consommation énergétique des équipements et la détection des anomalies, qui sont déterminants pour garantir un haut niveau de satisfaction client. En interne, les ressources à mobiliser seront : un ingénieur énergéticien, un chargé de mission contrat, le responsable exploitation des données techniques, le responsable logiciel GEM, le chargé applicatif BIM GEM voire un data manager. Il faudra faire appel en plus à un expert énergéticien, à un informaticien spécialisé en données du bâtiment et à un professionnel de la maintenance. Au-delà des outils internes (maquette numérique, cartographie, logiciels métiers...), il sera nécessaire de recourir à un compteur calorifique connecté - à un IoT - selon le type d'information souhaité dont le coût par chaudière est prendre en compte avec sa maintenance. De facto, il faudra aussi mettre en place un serveur pour l'hébergement de ces nouvelles données, à consolider avec les prestataires de solution de IoT.

« L'intégration de technologies occupe une place importante dans la culture de Seqens. Néanmoins, dans une perspective d'exploitation et de gestion sur plusieurs décennies, il serait préjudiciable de ne pas recourir à des tiers pour la mise en place d'objets connectés et la structuration des données collectées. Notre responsabilité consiste ensuite à les adapter à nos outils informatiques, logiciels métier et maquette numérique. Ainsi, cette approche garantira une intégration harmonieuse, tout en préservant notre autonomie et notre indépendance technologique à long terme » conclut Asma Ben Mansour.



Paroles d'experts

Olivier Celnik,
architecte DPLG



Mathieu Arquier,
directeur académique du
Master exécutif Digital Twins,
École nationale des ponts
et chaussées

Alors que l'École des Ponts ParisTech, associée à l'ESTP, propose depuis septembre 2014 son « Mastère Spécialisé BIM » (MSBIM)¹, en 2023 y est créé un « Executive Master Digital Twins for Infrastructures & Cities » en association avec trois universités européennes. Ainsi, dix ans après le lancement effectif du BIM en France, on voit fleurir le nouveau terme de jumeau numérique. Ce qui interroge : s'agit-il de notions différentes ou proches, complémentaires ou synonymes ? Qu'est-ce qui caractérise un jumeau numérique ?

Olivier Celnik et Mathieu Arquier, les directeurs respectifs de ces deux formations nous répondent à bâtons rompus.

Digital Twin Alliance - Le BIM est mort, vive le jumeau numérique ?

Olivier Celnik - Pour le BIM, je constate que nombre d'incompréhension, de frustrations, parfois de litiges, viennent du fait que tous les interlocuteurs concernés ne mettent pas la même chose derrière les mêmes mots, ou appellent différemment un même concept.

Nous avons déjà une première ambiguïté entre les expressions « maquette numérique » et « BIM » souvent accolées, parfois interchangeables ou permutées. Cette première difficulté s'accroît avec l'apparition dans le paysage du terme « jumeau numérique ». Je m'aperçois que pour certains le jumeau numérique est une forme spécifique de maquette numérique issue du BIM et pour d'autres il devient même un synonyme de BIM.

¹ De son vrai nom « Mastère spécialisé BIM, conception intégrée et cycle de vie du bâtiment et des infrastructures ».

C'est souvent le cas chez ceux qui trouvent que le BIM est « has-been » (ou encore has BIM), connoté négativement ou trop banalisé. Ils pensent que tout l'intérêt et l'argent en ont été extraits et qu'il faut proposer quelque chose d'autre pour attirer l'attention. Je vois ainsi des « division BIM » dans de grandes structures devenir « division jumeau numérique ».

DTA - Ne s'agit-il pas de la même chose, mais sous un autre nom ?

OC - C'est vrai que l'on peut s'interroger : reflet d'une évolution réelle ou opportunisme ? Besoin de dépassement ou de renouvellement, de création d'une nouvelle mode ? Manière de relancer la dynamique face à un essoufflement voire une désillusion consécutive au BIM ?

Mathieu Arquier - Dans la réalité, ce n'est pas du tout de la même chose : le BIM n'est pas égal au jumeau numérique. Il s'agit plutôt d'une extension d'usage, une suite logique du BIM dans le cycle de vie d'un ouvrage, essentiellement axé sur l'exploitation, la maintenance et la fin de vie. Il faut garder en tête aussi qu'un jumeau numérique ne provient pas nécessairement d'un modèle BIM. Tout dépend du secteur d'activité et de l'utilisation finale faite. Par exemple, dans le secteur des ouvrages d'art, la maintenance d'un pont s'appuie rarement sur une maquette BIM qui est largement plus répandue pour le bâtiment. On s'intéressera plus par exemple au comportement et à l'état de la structure tout au long de sa vie pour optimiser ses phases de maintenance et de réparation.

DTA - Cette question de comparer ou de confronter BIM et jumeau numérique, suppose donc de savoir de quoi il s'agit pour s'assurer que chacun de ces termes a le même sens pour tous. Existe-t-il une définition « officielle » du BIM ?

OC - Pendant longtemps, dans les jurys de formations, dans les conférences, dans les réunions de travail, les « spécialistes ou experts BIM » commençaient leurs interventions en disant « pour moi BIM signifie ceci et consiste en cela... ». Cette période confuse est révolue. Depuis fin 2018, la diffusion de la norme ISO 19650 en donne cette définition : Le BIM c'est « l'utilisation d'une représentation numérique partagée d'un actif bâti pour faciliter les processus de conception, de construction et d'exploitation de manière à constituer une base fiable permettant les prises de décision. » On a ensuite vu dans le Journal Officiel du 29 janvier 2019 : « Bâti immobilier modélisé » = Maquette numérique d'un ouvrage immobilier qui permet de mettre en commun et d'actualiser les données géométriques et techniques durant les phases de conception, de construction et d'utilisation, voire de démolition ».

Peu après en France, les cahiers des clauses administratives générales (CCAG) maîtrise d'œuvre et travaux ont suivi² et font référence au BIM³ comme méthode de travail basée sur la collaboration autour d'une maquette numérique. Dans un processus BIM, chaque acteur de la construction crée, renseigne et utilise cette maquette et en tire les informations dont il a besoin pour son métier. En retour, il alimente la maquette de nouvelles informations pour aboutir finalement à un objet virtuel renseigné, représentatif de la construction, de ses caractéristiques géométriques et des propriétés de comportement. On trouve aussi des définitions simples comme « processus de travail collaboratif entre les acteurs d'un projet basé sur une maquette numérique partagée ».

On évoque donc surtout une approche bâtiment ou ouvrage d'infrastructure. Mais le BIM concerne aussi le territoire et son aménagement qu'il s'agisse de l'aménager par des constructions et des travaux, ou de le comprendre et préserver (biodiversité, transition environnementale). C'est ainsi qu'est apparu un nouveau terme (un de plus) : le CIM pour City Information Modeling qui a fait l'objet de nombreuses séances de travail en 2021 dans le cadre du groupe de travail CIM du Lab 2051 du ministère de la Transition écologique et de la Cohésion des territoires. Étaient ainsi réunis des aménageurs (EPA, collectivités locales) et des experts liés au MSBIM afin de définir un cadre national homogène et cohérent sur la base des premières expériences passées⁴. On peut, en souriant, constater une floraison d'acronymes suivant celui du CIM qui lui semble légitime et communément utilisé : TIM (Territoire), L (Landscape : paysage), QIM (Quartier). Je suggère sincèrement d'arrêter cette course au NQIM (N'importe Quoi -IM) !

DTA - Et comment définissez-vous le terme de jumeau numérique ?

MA - En fait, ce terme n'est pas si récent que ça, ce concept datant des années 60. À l'époque, la NASA avait créé plusieurs maquettes physiques des objets qu'elle envoyait dans l'espace. Ces copies, restées au sol pendant les missions, étaient mises à jour continuellement par des ingénieurs en fonction des données mesurées et envoyées par le vrai système depuis l'espace. En particulier, toute détérioration d'une partie de l'objet réel était reproduite dans le jumeau numérique au sol, permettant ainsi de comprendre et d'anticiper plus facilement le comportement futur des objets voyageant dans l'espace.

² Arrêté du 30 mars 2021 portant approbation du cahier des clauses administratives générales des marchés publics de travaux.

³ « Building Information Modeling » ou « Modélisation d'informations de la construction ».

⁴ Livrables et webinaire de restitution : <https://www.ecologie.gouv.fr/lab2051>.

Depuis, la philosophie est restée la même et le concept s'est étendu dans beaucoup de domaines et de secteurs économiques différents (comme l'industrie ou la santé). Cela complique le travail d'établir une définition standardisée universelle. Dans la construction, la vision répandue est qu'un jumeau numérique est une copie virtuelle d'un système qui reproduit son comportement durant tout son cycle de vie, pouvant ainsi inclure : des maquettes 3D, de la modélisation, des données en temps réel, des simulations et de l'IA.

Pour structurer la complexité d'un jumeau numérique, on définit ainsi une échelle de 5 niveaux, en fonction des diverses technologies incluses et de l'usage final.

- 1 - Niveau « descriptif »,** qui est essentiellement une visualisation du système construit, pouvant être mis à jour, manuellement, en fonction de la vie de l'ouvrage.
- 2 - Niveau « informatif »,** qui inclut en plus des données dynamiques opérationnelles brutes, mesurées par exemple par des capteurs. L'usage classique étant par exemple la surveillance et la détection d'incidents.
- 3 - Niveau « descriptif »,** qui traite les données mesurées en information sur l'état de fonctionnement du système. Ce qui permet par exemple une meilleure optimisation des ressources en s'adaptant en temps réel.
- 4 - Niveau « complet »,** qui ajoute des algorithmes informatiques basés sur des modèles physiques ou de l'IA pour simuler, plus ou moins en temps réel, divers scénarios aidant à la prise de décision, comme dans le cas de la maintenance prédictive.
- 5 - Niveau « autonome »,** qui gère automatiquement toute la chaîne de valeur des données : de leur acquisition et de leur traitement, aux simulations et également les prises de décisions qui en découlent.

Dans le secteur de la construction, les niveaux 1 et 2 sont classiquement rencontrés régulièrement, alors que les niveaux 3 et 4 sont encore très rares.

DTA - Existe-t-il une vision du jumeau numérique sous l'angle du BIM ?

OC - Oui avec des notions proches de celles appelées dossier des ouvrages exécutés (DOE BIM) et BIM GEM (gestion exploitation maintenance). Dans la maquette complète dans sa géométrie finale et non théorique, les ouvrages sont identifiés (mur porteur, cloisons séparatives...) et précisément qualifiés (matériaux, porte coupe-feu 2h, ascenseur de telle marque, telle capacité, installé par telle entreprise...).

MA - Si la maquette numérique d'un bâtiment ou tout type de construction qui en reflète fidèlement la réalité telle que construite et exploitée, présentant en temps réel les conditions d'utilisation, les performances des équipements, le monitoring des systèmes et des espaces alors on est ici proche du jumeau numérique. En ajoutant des capteurs physiques dans le bâtiment réel, dont les résultats seront visualisés dans la maquette ou grâce à elle (un clic sur une centrale de traitement d'air ou un ascenseur affiche son état de fonctionnement, un clic sur un espace renseigne sur sa température, son hygrométrie, son occupation, etc.). Ici, le jumeau numérique est donc le résultat du processus BIM, qui s'en nourrit et le prolonge, prenant le relais après réception. Le BIM GEM serait alors à rapprocher davantage du Jumeau Numérique en aval que du BIM conception-travaux en amont.

DTA - À qui s'adresse le jumeau numérique ?

MA - Un jumeau numérique est un outil servant à la prise de décisions pour gérer un actif donné. Ainsi, dans le secteur de la construction et du bâtiment par exemple, il s'adresse plutôt aux gestionnaires devant piloter l'utilisation quotidienne d'un ouvrage. Entre l'exploitation et la maintenance, beaucoup de données sont nécessaires pour d'une part optimiser l'utilisation courante et d'autre part anticiper les nécessaires maintenances qui vont devoir se faire durant la vie de l'ouvrage puis pour également planifier sa fin de vie. Faire ce travail « à la main » est très chronophage et le gestionnaire ne peut pas non plus optimiser suivant divers scénarios. Le Jumeau Numérique est donc justement l'outil permettant de traiter toutes ces tâches et servant finalement à une sorte de « cockpit digital du bâtiment » à partir duquel des décisions fondées se prennent.

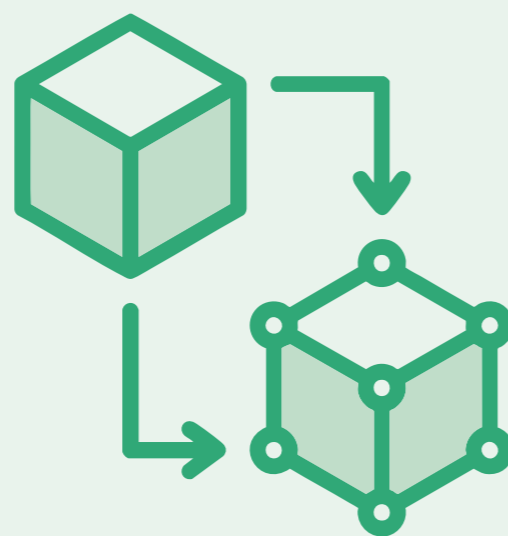
Comme pour le BIM, il faut avoir une vision pragmatique et partir d'abord de l'utilisation finale du Jumeau : à quoi va-t-il servir ? Qu'est-ce que je veux gérer ? Et d'en déduire par processus inverse les étapes intermédiaires à mettre en place, jusqu'à décider par exemple du type de données nécessaires et non l'inverse.

DTA - Quelles compétences sont nécessaires pour « faire » du jumeau numérique ?

MA - La conception même d'un jumeau numérique, incluant diverses briques technologiques (visualisation, données, capteurs, simulations, IA, etc.), demande nécessairement d'acquérir de nouvelles compétences pour être capable de comprendre ses différentes parties, mais sans non plus perdre de vue la vision globale du projet. Il est donc primordial de développer et faciliter l'accès à des formations spécifiques sur cette thématique, pour accompagner les professionnels du secteur dans cette transformation numérique du métier du bâtiment.

DTA - En conclusion, si le BIM est un processus de travail et non un objet maquette, peut-on dire la même chose du jumeau numérique ?

MA - Tout à fait, comme pour le BIM, il y a la partie émergée qui est souvent la visualisation 3D, qu'on pense naïvement être une fin en soi, mais l'essentiel est en fait la partie immergée, connectant différentes couches techniques et facilitant le travail collaboratif. En particulier, concernant le processus de travail, les Jumeaux Numériques permettent de faire le lien entre des données statiques (dont certaines proviennent potentiellement d'une maquette BIM) avec des données dynamiques, facilitant les échanges entre les différents corps de métier, rendant plus accessible et améliorant la communication. Pour le moment, comme pour le BIM, il s'agit plus d'un outil de travail qu'une solution magique autonome, la collaboration entre les différents acteurs reste essentielle.



Des jumeaux numériques pour les centres de stockage de déchets radioactifs de l'Andra dans l'Aube

Le projet numérique Ci2ANum a pour objectif de permettre à l'Agence nationale pour la gestion des déchets radioactifs (Andra) de bénéficier d'un premier retour d'expérience sur ce que pourrait être un jumeau numérique pour l'exploitation et la maintenance dans le cadre d'ouvrages spéciaux comme Cigeo, projet français de centre de stockage profond de déchets radioactifs.

« Au-delà des promesses, il est nécessaire de bien identifier les enjeux liés à l'implémentation des jumeaux numériques, comme la structuration et la gestion des données et l'intégration avec les systèmes existants » précise Sylvain Guilloteau, ingénieur Jumeaux Numériques à la direction opérationnelle du Programme Cigéo (Andra)

Aussi l'Andra a-t-elle pris la décision stratégique de former un consortium¹ pluridisciplinaire pour s'entourer de partenaires experts dans leurs domaines respectifs et capables d'apporter une réponse transversale aux défis de Ci2ANum.

¹ Ce consortium est composé des partenaires suivants : Assystem (co-pilotage, jumeaux numériques), ATTF Mesures (acquisition LiDAR), Cydis (viewer nuage de points), Human Games (réalité virtuelle) et Sparte (hypervision, jumeaux numériques).

Une approche multiéchelle et évolutive du BIM vers le jumeau numérique

Ce projet est lauréat du plan France Relance dont le soutien a permis d'amplifier les ambitions initiales de Ci2ANum et d'en accélérer la mise en œuvre. Sylvain Guilloteau annonce qu'il a été ainsi possible d'implémenter et de déployer le processus BIM sur les centres de stockage de l'Aube de l'Andra (Ci2A) au travers d'une phase de « scan to BIM ». « L'Andra disposera d'une représentation numérique 3D des infrastructures, permettant d'optimiser les coûts de constructions neuves ou des futures modifications et ainsi de renforcer sa compétitivité et la performance de la filière de stockage ». De plus, ont été mises en place une méthodologie et une infrastructure informatique robustes facilitant le développement d'un jumeau numérique « as-built » et son évolution en fonction des besoins. « Cette étape couvre les choix technologiques, de logiciels, de progiciels et de l'infrastructure informatique, le déploiement et l'accompagnement au changement » complète Sylvain Guilloteau.

Un des atouts techniques de ce projet est l'approche multiéchelle et évolutive capable de construire et de manipuler des jumeaux numériques :

- à l'échelle de représentation patrimoniale et territoriale du centre de stockage de l'Aube, pour améliorer la connaissance du site et l'accès aux données de l'ouvrage;
- à l'échelle de représentation d'un procédé industriel afin de faciliter significativement la maintenance ou la réalisation de modifications ainsi que le suivi des contrôles colis.

Une vision du jumeau numérique retenue pour ce projet « Le jumeau numérique consiste au développement d'une représentation numérique réaliste d'un objet, d'un système, d'une implantation, d'un processus, avec des connexions de données qui permettent la convergence entre les états physiques et numériques. Cette représentation est utilisée pour la simulation, le suivi des performances en temps réel, l'optimisation des performances du système depuis sa conception jusqu'à son exploitation » indique Sylvain Guilloteau.

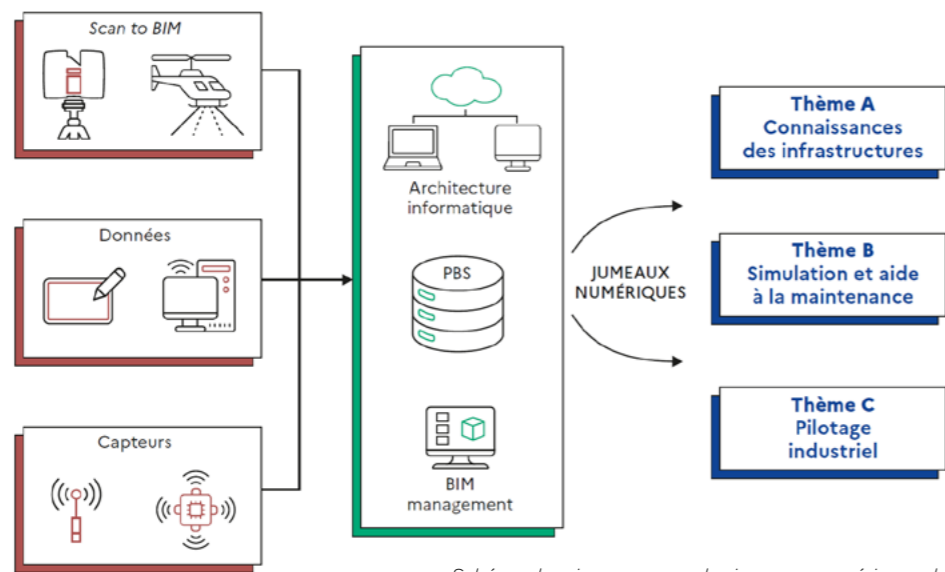


Schéma de mise en œuvre des jumeaux numériques dans le projet Ci2ANum.

La phase importante du recueil des besoins

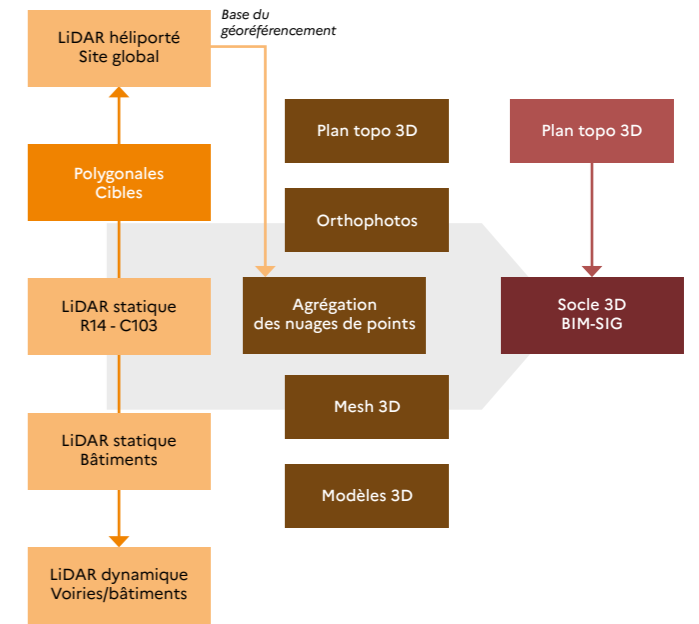
Sylvain Guilloteau explique qu'une campagne d'audit a eu lieu pour consolider et préciser les cas d'usage du projet et pour collecter les besoins plus largement que ceux retenus dans le cadre du dossier de candidature. Un rapport spécifique a été rédigé et diffusé aux parties prenantes du projet. À l'issue des audits, la compilation des échanges a permis de faire ressortir les besoins et/ou souhaits des collaborateurs interrogés. Ces besoins et/ou souhaits exprimés alimentent trois thèmes principaux retenus pour le projet :

- A - Connaissance des infrastructures
- B - Simulation et aide à la maintenance
- C - Pilotage industriel

« Besoins métier », « Mise à jour et entretien de la donnée » et « Collecte des connaissances générales liées aux installations » constituent les briques essentielles prises en compte par le projet. En effet, elles contribuent à construire et à alimenter le socle de base des jumeaux numériques, précise Sylvain Guilloteau. « Les données collectées et mises à jour périodiquement ou au fil de l'eau garantissent la pérennité et la fiabilité de l'information au sein des sites du Ci2A. Ces données peuvent être utilisées pour l'exploitation quotidienne et pour anticiper les évolutions à venir des sites ».

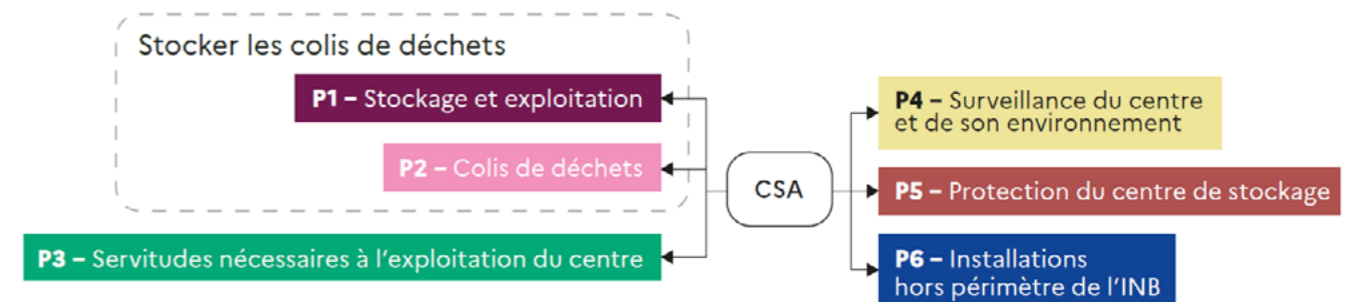
Scan to BIM

Pour réaliser le socle du jumeau numérique du centre de stockage de l'Aube, une campagne d'acquisition par méthode LiDAR² a été entreprise. Un vol hélicoptère a permis de couvrir l'ensemble du site et de servir de base pour le géoréférencement de l'ensemble des relevés. Une polygonale de précision est présente sur les sites, ainsi que des cibles dans le bâtiment principal d'exploitation. Des compléments terrestres ont permis de disposer des nuages de points pour les principaux bâtiments d'exploitation et en faciliter leur modélisation en modèle BIM. Un relevé par drone complète ces acquisitions pour fournir des photographies précises du site et des nuages de points supplémentaires. Des vues 360 ont aussi été prises dans des locaux techniques, intégrés dans un viewer de nuage de points et mises à disposition des équipes de maintenance. Un démonstrateur BIM-SIG permet de visualiser toutes les données acquises et modélisées. Il est connecté au système d'information géographique de l'Andra (QGIS) pour visualiser les données foncières et réglementaires associées aux sites.



La structuration de la donnée

Sylvain Guilloteau rappelle qu'il est important pour un maître d'ouvrage de réfléchir à la décomposition et à la structuration des données avant de construire un jumeau numérique. Pour le projet Ci2ANum il a été réalisé en amont, une arborescence produit³ des sites en fonction des documents existants, notamment les règles générales d'exploitation et la codification GMAO⁴. Des analyses fonctionnelle, organisationnelle et géographique des sites ont été réalisées pour aboutir à cette classification.



Exemple d'arborescence des sites (2 premiers niveaux).



² Light Detection And Ranging : technique de télémétrie (mesure de distance) qui utilise les propriétés de la lumière.

³ Product Breakdown Structure (PBS).

⁴ Gestion de maintenance assistée par ordinateur.

De nouvelles perspectives

« Les premiers retours des collaborateurs sont très positifs et la phase d'appropriation des outils et des méthodes mis en œuvre est lancée. Il s'agit désormais de mesurer les impacts d'une telle transformation numérique. À court terme, il est prévu d'évaluer les bénéfices générés par la dématérialisation d'un processus industriel et la modélisation 3D d'un local ou d'un équipement » conclut Sylvain Guilloteau. Les technologies numériques, et en particulier les jumeaux numériques, ouvrent des perspectives inédites à la filière nucléaire. Ils permettent de créer des répliques virtuelles dynamiques et évolutives des installations et des processus, et vont à coup sûr transformer profondément les méthodes de conception, d'exploitation, de maintenance et de démantèlement des sites comme les centres d'exploitation de l'Andra dans l'Aube.



“

Concernant le jumeau numérique des processus industriels, la centralisation et la structuration des données ont été essentielles pour en tirer de la valeur. Les sites industriels comme ceux de l'Andra génèrent quotidiennement une quantité considérable de données. Cependant, ces données brutes, aussi nombreuses soient-elles, ne créent pas de valeur par elles-mêmes. Une étape cruciale consiste à trier, organiser et contextualiser les données brutes pour leur donner du sens. Cela permet ensuite de pouvoir proposer aux utilisateurs des interfaces visuelles et des tableaux de bord dynamiques. Ces données peuvent être géoréférencées, et ainsi être visualisées dans la maquette numérique d'un bâtiment ou du site en exploitation. C'est tout l'enjeu du projet CizANum de pouvoir créer de la valeur à partir des données existantes et collectées, lors d'un processus industriel.

Les conditions de réussite principales du projet

- **Un tel projet n'a été possible qu'avec la participation active des futurs utilisateurs et l'organisation de nombreux ateliers d'échanges.**
- **La communication vers tous les acteurs du projet a été aussi primordiale et la mise en place d'une comitologie adaptée fut nécessaire.**
- **Le choix des partenaires qui composent le schéma industriel autour du projet, notamment dans leur maturité à comprendre et utiliser les technologies nécessaires, a facilité les échanges techniques et la mise en œuvre des cas d'usage.**
- **Un planning par tâche a été nécessaire ainsi que l'identification des exigences clés du projet. Un plan de management du projet a donc dû être établi, suivi et partagé.**

Nos prochains rendez-vous

WEBINAIRE

Les jumeaux numériques dans l'exploitation des ouvrages et infrastructures : cas concrets et bénéfices opérationnels

06 **6 MARS 2025**

À PARTIR DE 10H30

CONFÉRENCE EN LIGNE



Animation : **Anne Manier**, A2M Conseil

Les infrastructures doivent répondre à des défis croissants en matière de performance, de résilience et d'optimisation des ressources. Le jumeau numérique de réseau se révèle être un levier puissant pour améliorer leur gestion, en permettant la simulation, l'analyse en temps réel et la prise de décision éclairée.

Ce webinaire réunira cinq intervenants qui partageront leurs expériences sur l'usage des jumeaux numériques appliqués aux réseaux et infrastructures :

- **Romain Deneffe** pilote de projets R&D chez **EDF**, présentera des exemples concrets d'utilisation de jumeaux numériques chez EDF pour modéliser et optimiser la gestion des matériels et processus dans le secteur de la production d'électricité pour répondre à des cas d'usage de type maintenance prédictive, mesure de performance ou vieillissement et sûreté.
- **Nicolas Guillemaud**, représentant la direction de l'Ingénierie et du Patrimoine chez **Eau de Paris**, expliquera comment le jumeau numérique de réseau aide à la gestion des infrastructures hydrauliques. Cela se fait notamment via le géoréférencement, la compréhension fine du patrimoine existant et la planification d'interventions à distance pour une meilleure efficacité et une réduction des risques.
- **Amira Ben Hamida**, Coordinatrice du programme Jumeaux Numériques Industriels à l'**IRT SystemX**, apportera un éclairage académique sur la conception et l'évolution des jumeaux numériques de réseaux. Elle mettra en perspective les avancées en modélisation, l'interopérabilité des systèmes et les enjeux de passage à l'échelle.
- **Stéphane Delevacque** et **Stéphane Patrix** présenteront l'usage du jumeau numérique de la **Tour Saint-Gobain** en détaillant comment il permet de simuler des scénarios énergétiques, d'optimiser la gestion des consommations et d'anticiper la maintenance, avec un impact direct sur la performance du bâtiment.

À travers ces témoignages complémentaires, ce webinaire offrira une vision approfondie du rôle des jumeaux numériques dans l'exploitation des infrastructures et des réseaux. Une occasion unique d'explorer leurs bénéfices concrets et les défis à relever pour leur mise en œuvre efficace.



Je m'inscris

Participation gratuite. Le nombre de places est limité et les membres DTA sont prioritaires.

2 & 3 AVRIL 2025 PARIS EXPO • PORTE DE VERSAILLES

BIMWORLD | **JUMEUX NUMÉRIQUES**

La Digital Twin Alliance vous invite ! Saisissez le code **YC33** lors de votre inscription pour accéder pendant 2 jours à l'exposition, aux conférences et aux ateliers.

Je m'inscris

<https://bim-w.com/inscription/>

digitaltwin PLAY BOOK



digitaltwin
alliance

www.digitaltwin-alliance.com



Suivez-nous

