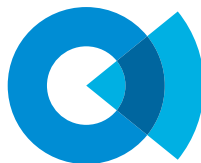


LES EXPERTS SOCOTEC

BÂTIMENTS INTELLIGENTS : LE RÔLE STRATÉGIQUE DE LA DIGITALISATION ET DES DATA

#7

MARS 2023



SOCOTEC

**ALEXANDRE BOMPARD**

Expert SOCOTEC BIM et Data
Directeur Général BIM in Motion
GROUPE SOCOTEC

**BERTRAND DELCAMBRE**

Président de l'Association QUALITEL
Expert de la Construction et de l'Immobilier

**RAPHAËL LECLERCO**

Expert SOCOTEC Data et IA
Responsable du pôle Data
SOCOTEC Monitoring France
GROUPE SOCOTEC

**PHILIPPE LEVY**

Expert SOCOTEC Data et Digitalisation
Directeur d'Agence Construction et Digitalisation
Correspondant RGPD
SOCOTEC Construction et Immobilier
GROUPE SOCOTEC

**PASCAL LOISEL**

Expert SOCOTEC Data et Digitalisation
Chief Digital Officer
BU Construction et Immobilier
GROUPE SOCOTEC

**GAUTHIER MAGNAVAL**

Expert SOCOTEC Data et IA
Responsable R&D
SOCOTEC Monitoring France
GROUPE SOCOTEC

**FRANCK PETTEX-SORGUE**

Expert SOCOTEC
Executive Vice-President
SOCOTEC Construction et Immobilier
GROUPE SOCOTEC

Introduction

DANS UN MONDE OÙ LA RÉVOLUTION NUMÉRIQUE S'ACCÉLÈRE, IL EST DEVENU IMPOSSIBLE D'IGNORER LA PLACE GRANDISSANTE DE LA DONNÉE DANS NOS VIES. COMME LE DISAIT L'INVENTEUR DOUGLAS ENGELBART, « LA RÉVOLUTION NUMÉRIQUE EST BEAUCOUP PLUS SIGNIFICATIVE QUE L'INVENTION DE L'ÉCRITURE OU MÊME DE L'IMPRIMERIE »¹.

Les avancées technologiques transforment le monde du bâtiment, et les données y jouent un rôle crucial. Sans données, la prise de décision se base sur l'instinct, la spéculation ou l'opinion dominante. C'est pourquoi il est temps d'apprendre à « écouter » ce que les bâtiments nous disent et d'utiliser la donnée pour influencer les décisions dans un secteur en constante évolution.

Cependant, les enjeux de la data dans le bâtiment sont complexes et nombreux. Par exemple, comment garantir la qualité des données collectées ? Comment utiliser ces données pour améliorer les performances énergétiques des bâtiments, les rendre plus durables et vérifier leur résilience ? Comment intégrer les avancées en matière de machine learning et d'Intelligence artificielle (IA) dans le secteur du bâtiment pour améliorer encore ce que la donnée peut nous (pré) dire ? Qu'appelle-t-on un bâtiment intelligent ? Quel est le cycle de vie de la donnée, de son extraction à sa réutilisation ? Quels sont les cas pratiques les plus emblématiques ? Et surtout, comment les données peuvent-elles influencer les décisions dans le secteur du bâtiment en constante évolution ?

Ce livre blanc des experts SOCOTEC explore les réponses à ces questions et à bien d'autres, en donnant la parole à des spécialistes en la matière. Il nous offre une occasion unique de découvrir comment la donnée peut influencer les choix dans l'Immobilier et la Construction. Vous découvrirez les cas pratiques les plus emblématiques d'utilisation de la donnée dans le bâtiment, et comment la numérisation amplifie les possibilités de collecter et d'analyser ces informations précieuses. Alors, prêt à tendre l'oreille et à explorer les pouvoirs cachés des données que les bâtiments nous transmettent ?

¹Se reporter, par exemple, à Douglas Engelbart (1962), "Augmenting Human Intellect: A Conceptual Framework", The Atlantic.



Sommaire

INTRODUCTION	3	LES GRANDS DÉFIS DE LA DATA DANS LE BÂTIMENT	50
LA « DATA » : DE QUOI PARLE-T-ON ?	6	NE PAS TROP COLLECTER	50
DÉFINITION GÉNÉRALE	6	EXPLICABILITÉ	50
LES DEUX CONDITIONS POUR FAIRE DE LA DATA	7	L'ADOPTION	51
LES DIFFÉRENTS STADES DE LA DATA DANS LE BÂTIMENT	7	LE RÔLE CLÉ DE LA PUISSANCE PUBLIQUE ?	54
LA NUMÉRISATION DU BÂTIMENT : COMMENT LA DATA S'INSCRIT-ELLE DANS CETTE APPROCHE ?	10	ENCOURAGER LA TRANSITION NUMÉRIQUE DE LA FILIÈRE DU BÂTIMENT	54
UNE HISTOIRE DE PLUSIEURS DÉCENNIES	11	ENCOURAGER LE DÉVELOPPEMENT DE LA DATA DANS LE BÂTIMENT	55
NOUS SOMMES RENTRÉS DANS L'ÈRE DU TRAVAIL COLLABORATIF	18	ET DEMAIN ?	56
LA COLLECTE DE LA DATA DANS LE BÂTIMENT	24	DEEP LEARNING, BLOCKCHAIN ET SMART CONTRACTS	56
LES TYPES DE DONNÉES COLLECTÉES DANS LE BÂTIMENT	24	LES NOUVEAUX MÉTIERS DATA DU BÂTIMENT ET DE L'IMMOBILIER	57
LES MÉTHODES DE COLLECTE DES DONNÉES DANS LE BÂTIMENT	28	CONCLUSION	58
LA MÉTHODE CCTP DÉVELOPPÉE PAR SOCOTEC	29	GLOSSAIRE	59
L'ANALYSE DE LA DATA	34	BIBLIOGRAPHIE	62
LE RÔLE CLÉ DU DATA SCIENTIST	34	LES RÉSUMÉS DES INTERVIEWS	63
LA PLACE DE L'IA DANS LE SECTEUR DU BÂTIMENT	38		
LE MACHINE LEARNING AU SERVICE DES ENTREPRISES DU BÂTIMENT	39		
DU BIM AU JUMEAU NUMÉRIQUE	42		
COMMENT LE BIM RÉVOLUTIONNE LE MONDE DU BÂTIMENT	42		
LE JUMEAU NUMÉRIQUE : UNE APPROCHE NOVATRICE POUR LE BÂTIMENT	42		
COMMENT L'OPEN DATA STIMULE L'INNOVATION DANS LE SECTEUR IMMOBILIER	47		
LES AVANTAGES DE L'OPEN DATA	47		
LES DÉFIS DE L'OPEN DATA DANS LE SECTEUR IMMOBILIER : CONFIDENTIALITÉ, PROPRIÉTÉ INTELLECTUELLE ET SÉCURITÉ DES DONNÉES	49		

La « data » : de quoi parle-t-on ?

L'UTILISATION DE LA DATA DANS LE DOMAINE DU BÂTIMENT EST UN SUJET DE PLUS EN PLUS POPULAIRE, MAIS IL EST SOUVENT CONFONDU AVEC DES THÉMATIQUES CONNEXES TELLES QUE L'INTELLIGENCE ARTIFICIELLE (IA), LE MACHINE LEARNING, LE DEEP LEARNING, ET D'AUTRES.

Il est important de comprendre que bien que ces domaines soient liés, la data dans le bâtiment a sa propre définition et ses enjeux spécifiques qui doivent être pris en compte pour une utilisation optimale. Poser une définition claire de la data est donc crucial pour tirer parti de ses nombreuses opportunités et résoudre les défis qui se posent au secteur.

DÉFINITION GÉNÉRALE

Comme le souligne d'emblée Raphaël Leclercq, Responsable du pôle Data chez SOCOTEC Monitoring France, la data est un « mot-valise » ! Chacun peut y projeter sa vision des choses faisant de la data une notion composite qui contient de la technologie, des services, du savoir-faire, des usages, des enjeux... Pour y voir plus clair, il est nécessaire de partir de la définition la plus générale possible de la data.

La data est un terme générique qui désigne les informations et les données collectées à partir de sources diverses. Dans le monde du bâtiment, elle peut être définie comme l'ensemble des informations et des données recueillies, traitées, analysées et stockées concernant les biens immobiliers, les transactions immobilières, les tendances du marché et les comportements des utilisateurs. Générées à chaque phase de la vie des bâtiments (conception, construction, livraison, exploitation, réhabilitation, destruction), les données sont plurielles : données de production, données des opérations, données des clients, données du marché, données environnementales, etc.

Provenant de sources variées, la data peut prendre deux formes différentes, la data « inerte » et la data « dynamique ».

La data « inerte », tout d'abord, comprend tous les documents physiques et numériques, qui sont historiquement des données statiques telles que les plans, les dossiers d'ouvrages exécutés (DOE), les diagnostics, les attestations, les rapports, etc. Selon Philippe Levy, Directeur d'agence Construction & Digitalisation chez SOCOTEC Construction et Immobilier et Bream-in-Use Assessor, un bâtiment tertiaire de 10.000 m² peut générer rapidement plus de 1.200 livrables statiques par semaine en ajoutant toutes ces informations.

La data « dynamique », quant-à-elle, fait référence aux données provenant de capteurs, d'équipements et d'autres objets connectés présents dans les bâtiments. Il s'agit d'informations stockées sur des

ordinateurs et des serveurs, générées par des bâtiments intelligents grâce à des systèmes de GTB (Gestion technique du bâtiment) et de GTC (Gestion technique centralisée). Les bâtiments sont ainsi susceptibles de faire remonter automatiquement une grande quantité de données dynamiques, ce qui peut rapidement conduire à se sentir submergé par une data omniprésente et insuffisamment analysée.

Malgré leurs différences, la data physique et la data numérique ont toutes les deux un point en commun : elles peuvent devenir créatrices de valeur pour les entreprises du bâtiment sous deux conditions.

LES DEUX CONDITIONS POUR FAIRE DE LA DATA

Comme le rappelle avec raison le mathématicien et philosophe des sciences français Henri Poincaré, « une accumulation de faits n’est pas plus une science qu’un tas de pierres n’est une maison »². En d’autres termes, accumuler de la donnée sans savoir quoi en faire, n’a pas de sens. La donnée ne prend de la valeur que si elle répond à un besoin. C’est en substance ce qu’exprime Franck Pettex-Sorgue, Executive Vice-President du Groupe SOCOTEC, lorsqu’il écrit que « sans valeur d’usage, la donnée ne peut ni être définie, ni fiabilisée ». La qualification précise de l’usage de la donnée apparaît ainsi comme consubstantielle à sa nature.

Cumuler des informations ne suffit donc pas. Il faut remplir deux conditions distinctes et complémentaires pour faire de la data. La première condition est que les données soient disponibles en qualité et en quantité suffisantes. Pour que la data soit utile, il est nécessaire de collecter une quantité suffisante d’informations de qualité, afin de pouvoir les analyser de manière significative. La deuxième condition est la qualification de la donnée, c’est-à-dire la réponse à un besoin concret. Les entreprises du bâtiment peuvent collecter une quantité importante de données, mais si celles-ci ne répondent pas à un besoin concret, elles ne seront pas utiles. Il est donc important de s’assurer que les données collectées répondent à un besoin spécifique, afin de les utiliser de manière efficace.

Ce n’est qu’à ces conditions que l’on peut espérer que la donnée devienne créatrice de valeur. Alexandre Bompard, Directeur général de BIM in Motion, du Groupe SOCOTEC, donne la liste des questions qu’il convient de se poser pour cibler la donnée qui va être réellement utile :

« dans quel but met-on en place un modèle de données ? À quoi et à qui cela va-t-il servir ? Quelles sont les données utiles pour répondre à quels besoins ? Quels outils mettre en place pour la collecte, la préparation, l’exploitation, la visualisation et la conservation de la donnée ? ».

En résumé, la data peut devenir un atout précieux pour les entreprises du bâtiment si elles collectent les bonnes données, en quantité suffisante, et si ces données répondent à un besoin concret. C’est pourquoi il est important de comprendre la data et de savoir en quoi elle peut être utile. La data peut alors devenir un outil puissant au service des entreprises pour prendre des décisions éclairées quant à la conception, la construction, la gestion de leurs projets, etc.

LES DIFFÉRENTS STADES DE LA DATA DANS LE BÂTIMENT

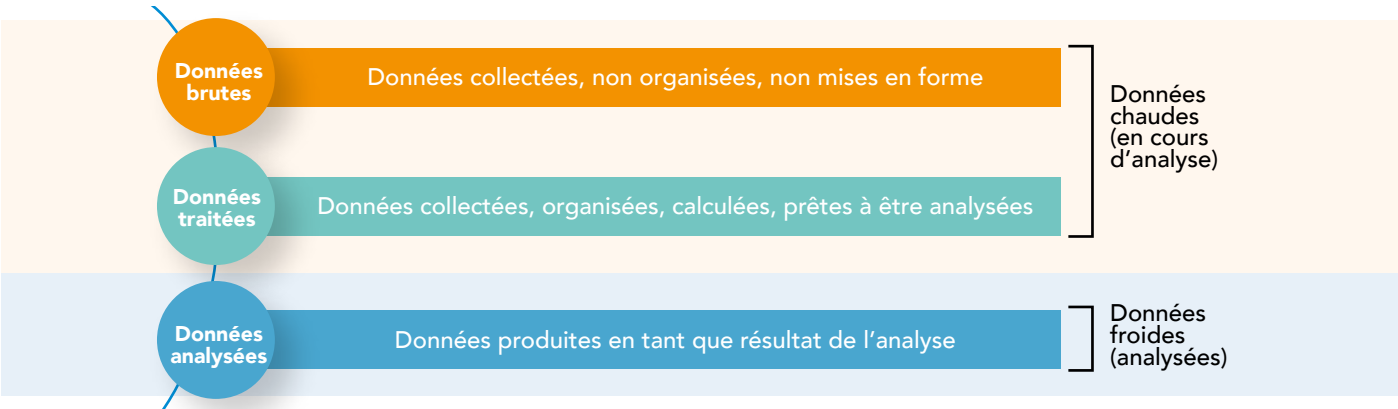
Pour éclairer la prise de décision, la data doit subir une mue la faisant passer par trois stades successifs : la donnée brute, la donnée traitée, la donnée analysée (figure 1).

Toute donnée collectée est d’abord une donnée « brute », c’est-à-dire qu’elle n’est ni organisée, ni mise en forme ce qui la rend inutilisable en l’état. Elle devient de la donnée dite « traitée » une lorsqu’elle a été organisée et structurée. Elle est prête alors à être analysée. Enfin, la donnée « analysée » correspond à la donnée produite en tant que résultat du traitement de l’analyse. Elle est prête alors à être utilisée pour la prise de décision.

² Henri Poincaré, la Science et l’hypothèse, 1908

Figure 1 : Les stades de la donnée dans le bâtiment.

Source : Socotec, 2022.



L'AVIS DE L'EXPERT

LA DATA, POUR EN FAIRE QUOI ? LA DATA, DANS QUEL FORMAT ? LA DATA, AVEC QUEL LANGAGE COMMUN ?

Franck PETTEX-SORGUE

Expert SOCOTEC

Executive Vice President

SOCOTEC Construction et Immobilier

En remarque liminaire, je commencerai par dire qu'un jeu de données dont on ne connaît pas les usages auxquels il est censé répondre n'est pas de la data. Il faut toujours se demander à quoi la donnée va servir. C'est je que j'appelle la « qualification de la donnée », c'est-à-dire la définition de son usage. Sans valeur d'usage, la donnée ne peut ni être définie, ni fiabilisée. Bien souvent, nos clients et leurs partenaires cumulent des informations sur tel ou tel élément et pense avoir de la data. Mais ce n'est pas le cas tant qu'ils n'ont pas défini l'usage qu'ils veulent en faire. La data, c'est de la donnée pour un cas d'usage. Il faut toujours spécifier ce qu'on veut faire des données, sinon ce n'est pas de la data qu'on a entre les mains. En d'autres mots, la data c'est deux choses bien distinctes et complémentaires : 1/ de la donnée; 2/ la qualification d'un champ d'application.

En France, la filière, tant en construction qu'en exploitation, est très intermédiée avec beaucoup d'acteurs. Les chaînes de valeur sont diffuses et fragmentées. En matière de construction, il y a la maîtrise d'ouvrage, les bureaux d'études, l'architecte, les entreprises, le contrôle technique, etc. En exploitation, il y a l'investisseur, l'asset manager, le facility, les brokers, le conseil, etc. Qui est responsable de quoi ? Qui détient quelle donnée ? Ces simples questions indiquent la complexité du sujet de la data. La filière est restée assez archaïque en terme de création de valeur. Les acteurs ont depuis toujours réalisé l'essentiel de leurs gains entre la valeur d'achat et la valeur de vente du bâtiment. Finalement, l'optimisation des flux intermédiaires d'exploitation importait peu, car ce n'était pas là que se jouaient les gains. C'est ce qui explique notamment pourquoi la filière s'est

très peu digitalisée. La connaissance de l'immeuble, c'est encore bien souvent dans le cerveau du property manager et dans un fichier Excel qu'il faut aller la chercher.

Depuis 3 à 4 ans, une évolution est perceptible. Et les acteurs partis en tête sont ceux qui à présent généralisent la numérisation à tous leurs projets. Aujourd'hui, si on décide de ne pas se préoccuper des sujets énergétiques en phase d'exploitation, par exemple, alors la création de valeur de l'actif risque d'en prendre un coup entre la valeur d'entrée et la valeur de sortie. Et il y a une multitude d'exemples comme celui-là qui indiquent qu'une forme de pression nouvelle s'installe dans la filière et qui fait du sujet de la numérisation un axe central pour gagner en productivité.

Cependant, une des grandes difficultés dans une filière intermédiée et fragmentée comme la filière française du bâtiment, c'est que la numérisation s'y développe en silos! Il n'est pas rare, par exemple, de voir un exploitant renumériser à partir de zéro la maquette numérique qui lui a été livrée par un promoteur, mais qui ne répond pas à ses besoins. Et de voir ensuite un property manager qui va en faire de même, etc. On voit bien que ce qui manque à la filière c'est une forme de transversalité. Là aussi, c'est en train d'évoluer. On voit des mouvements interprofessionnels cherchant à se donner des langages communs. C'est la première brique de l'édifice. Et l'on n'en est qu'au commencement de cette étape.

*Le Groupe SOCOTEC y prend sa part, en favorisant l'émergence d'un langage commun. C'est le BIM qui a constitué la première percée conceptuelle. Avant lui, il n'y avait aucun langage unique pour décrire le bâtiment. Le BIM a certes apporté cela, mais dans une multitude de formats. **Ce que SOCOTEC a fait, c'est la traduction du format IFC dans les sept ou huit autres formats de données BIM existants. C'est une petite révolution qui nous permet d'exporter nos données dans n'importe quel autre système et d'importer n'importe quelles données d'autres systèmes (de nos clients et de leurs partenaires) dans nos propres systèmes. C'est ce qu'on appelle l'« interopérabilité » qui offre la capacité de parler toutes les langues tout en respectant intrinsèquement la data.** Car au-delà d'avoir un langage commun, nous avons le souci de mettre les opérateurs d'une même profession d'accord sur les usages de la donnée. Par exemple, dans le cas des property managers, si la data est structurée avec un langage commun, sur un usage donné, alors elle pourrait être très simplement transmissible entre ces derniers. C'est précisément ce travail qui a été entrepris.*

Jusqu'à présent, la profession a réussi à définir deux choses pour lesquelles tout le monde est d'accord : 1/ le format du plan pluriannuel de travaux (PPT) qui est obligatoire pour faire le schéma directeur des travaux à réaliser dans une copropriété. 2/ le sujet écoWatt, à l'initiative de la puissance publique, sur la question de la réduction de la consommation énergétique autour des pics de consommation. Sur ces deux points, des standards ont été produits, ce qui est très nouveau et révélateur d'une vraie avancée de la profession.

En d'autres mots, le triptyque le plus important quand on parle de data immobilière se résume ainsi : la data, pour en faire quoi ? La data, dans quel format ? La data, avec quel langage commun ?

Il y a de gros opérateurs qui cherchent à numériser pour gagner en efficacité. Comme ils le font rarement par eux-mêmes, ils passent souvent par leurs partenaires (Intel, Stonal, Deepki). Or ces derniers sont souvent des champions verticaux dans une discipline donnée : l'énergie pour Deepki par exemple, ou la gestion locative pour Stonal, etc. Ces champions de la verticalité vont capter les flux plutôt que de produire la data. Ces nouvelles « proptechs »³ ne produisent pas de data. Or notre conviction, c'est qu'il faut bien que quelqu'un se charge de produire la donnée utile. C'est précisément la première proposition de création de valeur du Groupe SOCOTEC : aller capter la donnée dont nos clients ont besoin, la documenter, la rendre opposable, auditable par les commissaires aux comptes, etc. Mais nous proposons également la possibilité d'exporter les datas que nous produisons dans n'importe quel format et vers n'importe quel système. Nous offrons également la possibilité d'utiliser une plateforme complètement « open » sur laquelle les flux de données de nos clients sont consolidés par nos propres flux. Enfin, nous restons résolument tournés vers l'avenir puisque nous explorons déjà de nouveaux modèles pour créer de la valeur autrement à partir de la data.

Le rôle que joue la puissance publique dans cette évolution vers la numérisation est central. Tout d'abord, cette dernière a largement montré l'exemple en numérisant une majorité de ses systèmes

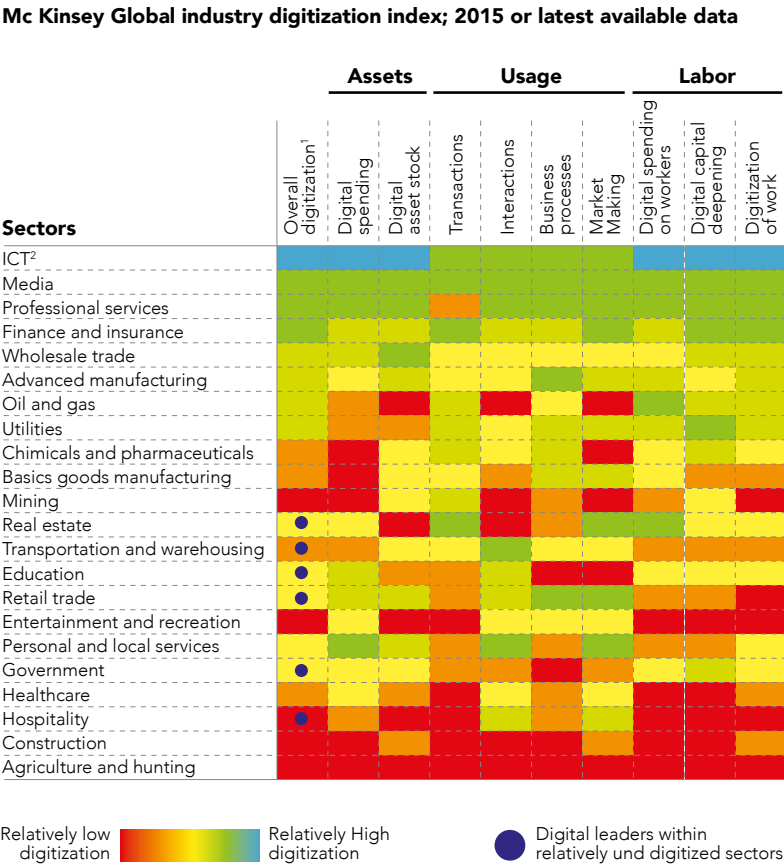
et en les rendant interopérables (impôts, PV, service public, etc.). C'est efficace et ça fonctionne très bien. La puissance publique a montré que la numérisation était possible. Dans la filière du BTP, la puissance publique a lancé le PTNB (Plan de Transition Numérique dans le Bâtiment). On est davantage sur la construction plutôt que sur l'exploitation. Elle a aussi essayé d'imposer le permis de construire numérique, même si les collectivités ne sont pas encore toutes prêtes pour cela. Finalement, la puissance publique n'impose pas la numérisation par la régulation ni la réglementation, mais y pousse les acteurs du bâtiment par l'incitation et l'embarquement. Et si l'on va moins vite en France que dans d'autres pays, c'est certainement parce que la filière du Bâtiment y est plus intermédiée. Les pays anglo-saxons sont plus engagés dans la numérisation, car disposant de filières moins intermédiées avec moins d'opérateurs que chez nous. En conséquence, ils font plus de hors-site, fabriquent plus en usine, assemblent plus sur site, etc. On voit ainsi comme la numérisation favorise une mutation des pratiques.

³ Voir le glossaire en fin d'ouvrage.



La numérisation du bâtiment : comment la data s'inscrit-elle dans cette approche ?

L'INTÉRÊT CROISSANT POUR LA DATA IMMOBILIÈRE S'INSCRIT DANS UN MOUVEMENT DE TRANSFORMATION PLUS ANCIEN À L'ŒUVRE DANS LE MONDE DU BÂTIMENT : LA NUMÉRISATION ! ALORS QU'IL Y A UNE DÉCENNIE ENCORE, CE SECTEUR ÉTAIT CONSIDÉRÉ COMME L'UN DES MOINS NUMÉRISÉS AU MONDE (FIGURE 2), LES CHOSES S'INVERSENT PROGRESSIVEMENT.



¹ Based on a set of metrics to assess digitization of assets (8 metrics), usage (11 metrics), and labor (8 metrics).
² Information and communications technology.

Figure 2 : L'industrie de la Construction figure parmi les moins numérisées.
Source : Rajat Agarwal, Shankar Chandrasekaran, Mukund Sridhar (2016), Imagining Construction's digital future, McKinsey&Company, p. 3.

UNE HISTOIRE DE PLUSIEURS DÉCENNIES

« L’informatique appliquée au bâtiment » est considérée comme l’ancêtre du processus actuel de numérisation du bâtiment. Au départ, les chercheurs s’intéressaient aux applications de l’informatique avancée qui se développait dans d’autres domaines de l’industrie et de l’ingénierie et souhaitaient les transposer dans le monde du bâtiment. Dans les années 1980, ils ont donc exploré les possibilités de l’informatique dans ce domaine en travaillant avec des milieux de recherche spécialisés en Europe et même au-delà. Au fil des ans, avec la généralisation d’Internet et des ordinateurs, puis plus tard des téléphones portables et des tablettes connectées, la technologie a évolué de manière significative. Cette révolution technologique a contribué à faciliter l’utilisation et le déploiement des usages numériques dans le monde du bâtiment, au point où le terme « numérique » a fini par remplacer celui d’« informatique ». Selon Bertrand Delcambre, Président de l’Association QUALITEL, « ce changement de terminologie est révélateur de la mutation en cours » !

Avec l’adoption massive des ordinateurs et l’accès facilité aux réseaux, les entreprises du secteur du bâtiment ont progressivement adopté des logiciels de CAO/DAO pour améliorer leur planification et gestion de projet. Grâce à ces outils, les professionnels du bâtiment tels que les ingénieurs, les architectes et les entreprises ont pu concevoir et visualiser les projets en 3D, simuler des scénarios différents et modéliser les étapes de construction. Les logiciels ont également joué un rôle clé dans la gestion des coûts, des délais, des ressources et des matériaux requis pour la réalisation des projets.

Cependant, c’est seulement au cours des deux dernières décennies que la numérisation a véritablement commencé à prendre forme dans la filière du bâtiment en France. Avec l’avènement de la technologie de l’information et des communications, les entreprises du secteur du bâtiment ont massivement investi dans des solutions numériques pour améliorer leur productivité et compétitivité.

Face à la complexité croissante des projets, il est devenu évident que la numérisation ne pouvait pas se limiter simplement à la planification et à la conception de projets de construction. Il y avait un besoin de partager l’information entre les différents acteurs du projet, de la conception à la construction, en passant par l’exploitation et la maintenance du bâtiment. C’est à ce moment-là que le BIM (Building Information Modeling) est apparu. Le BIM est une méthodologie qui implique la création d’un modèle numérique de l’ensemble des informations sur un bâtiment, y compris la géométrie, les matériaux, les coûts, les délais, les ressources et les performances environnementales. On distingue habituellement sept dimensions du BIM (voir encadré 1).

Encadré 1 : les sept dimensions du BIM

Source : Assen SLIM (2023), Guide : Faciliter l’autocontrôle et le contrôle à l’aide de la Maquette numérique, Ministère chargé de la ville et du logement, BIM 2022, Action 2, p. 117.

La représentation des maquettes numériques BIM peut être classée en sept dimensions.	
2D	Vues en plan, tracés au sol des ouvrages, vues en élévation.
3D	Représentation géométrique en 3D des objets BIM. Elle permet la détection des clashes, la préfabrication, les relevés de l’existant, le calcul des quantités et la mise à jour automatique des vues 2D.
4D	Ajout à la 3D d’informations relatives au temps : durée des évènements, visualisation du planning, progression du projet.
5D	Ajout d’informations relatives à la dimension économique : coûts, aperçu de la situation financière du projet.
6D	Ajout d’informations sur la dimension énergétique : performance énergétique des objets, impacts environnementaux.
7D	Ajout d’informations relatives à la gestion du patrimoine et à l’exploitation de l’ouvrage.
XD	Ajout d’informations complémentaires : confort, sécurité des ouvrages, etc.

L'AVIS DE L'EXPERT

LE CONTINUUM DE LA DONNÉE EST LIÉ AUX USAGES DE CHACUN DES ACTEURS DU PROJET

Alexandre BOMPARD

Expert SOCOTEC

Directeur général BIM in Motion

GRUPE SOCOTEC

Je dirige BIM in Motion qui est une filiale du Groupe SOCOTEC. Nous sommes une quinzaine de collaborateurs à y travailler sur le BIM (Building Information Modelling) et une centaine en comptant les autres collaborateurs du Groupe (autres que ceux de BIM in Motion). Nous contribuons à améliorer la gestion des projets de nos clients par la numérisation, l'usage de la maquette numérique et le travail sur les données. Nos missions relèvent aussi bien de la stratégie (transformation digitale de l'entreprise et/ou de son environnement) que de la partie opérationnelle des projets : conception, réalisation, voire exploitation, maintenance. Nous réalisons également des missions de formation et de modélisation. Nous intervenons sur tous types de bâtiments et d'infrastructures.

Notons d'emblée que le processus de numérisation va au-delà du seul aspect « maquette numérique ». Le secteur de la Construction et de l'Immobilier se transforme et de nouvelles notions émergent comme celles de « jumeau numérique », en référence au bâtiment connecté. Le jumeau numérique est une notion plus large que celle de la maquette numérique. En complément du BIM, le jumeau numérique offre la possibilité de travailler à la fois sur un modèle digital (données statiques froides : 3D, attributs) et des informations en temps réel issues de capteurs (données dynamiques).

La donnée est omniprésente dans le bâtiment, elle arrive de toute part et peut rapidement submerger ceux qui sont chargés de la recueillir et de la traiter. Notre premier objectif est donc de cibler la donnée qui va être utile. Dans nos missions, nous consacrons environ 20 % de notre temps à identifier et

recupérer la donnée utile au regard des besoins des clients. On se pose en général des questions très simples : dans quel but met-on en place un modèle de données ? À quoi et à qui cela va-t-il servir ? Quelles sont les données utiles pour répondre à quels besoins ? Quels outils mettre en place pour la collecte, la préparation, l'exploitation, la visualisation et la conservation de la donnée ? Nos réponses à ces questions impliquent de trouver un certain équilibre économique à l'ensemble.

La donnée « utile » est celle qui répond aux besoins de nos clients, essentiellement la maîtrise d'ouvrage (Asset manager, Property manager, Facility manager, bailleurs, etc.). Ces acteurs rencontrent souvent des difficultés à gérer leurs sites en raison d'une donnée hypersilotée et hétérogène d'un outil à l'autre. Nos missions incluent le conseil. Nous prenons le temps d'écouter le client, de l'orienter, de l'aider à passer des marchés (numérisation, choix d'outils, recrutement, etc.) afin de lui permettre de mieux prendre en main sa donnée. Il nous arrive fréquemment de passer des marchés de géomètre, de valorisation du patrimoine, de choix d'outils en conception, en réalisation et en exploitation et maintenance, etc.

Toutefois, le Groupe SOCOTEC dispose de l'outil BLUECASTLE et des techniciens capables de collecter de la donnée sur site pour l'exploiter ensuite. Il peut nous arriver d'orienter nos clients vers des outils comme BLUECASTLE en fonction des besoins exprimés. Nous travaillons avec environ 350 éditeurs, cela nous permet d'accompagner au mieux nos clients dans un contexte d'évolution rapide des outils.

Bien que très variées, les demandes des clients reposent toujours sur un socle commun : connaître les surfaces, la liste des pièces, les équipements techniques principaux (eau, production d'énergie, sécurité). Au-delà, chaque client exprime des demandes spécifiques en fonction de ses besoins : modélisation des terminaux (prise électrique), du ferrailage dans le béton, des suspentes de réseaux, de pièces d'assemblage des structures, etc. Tout dépend du besoin du projet et de la phase concernée, de l'acteur en question et de la criticité de l'opération. On a des clients qui ne connaissent pas toujours le nombre d'équipements importants dont ils disposent dans leur patrimoine, ni même la surface totale qu'ils peuvent avoir, ou le nombre de bâtiments...

L'une de nos missions consiste à identifier les données critiques et à les sauvegarder. Sur cette base, le Groupe SOCOTEC a développé des certifications de maquette numérique (Certification BIM Model), avec un référentiel commun qu'on soit sur du bâtiment, du logement, du tertiaire, de l'industriel ou autres. Cela nous permet de vérifier une certaine typologie d'équipements de manière exhaustive (la chaudière par exemple) et une autre de manière ponctuelle ou par échantillonnage (les luminaires par exemple). Et au-delà de la certification de maquette numérique, nous avons mis en place une certification de personnes (BIM User), pour vérifier que les compétences de ces dernières sont bien adaptées au projet, et une certification d'entreprises (suivant l'ISO 19650), pour vérifier qu'elles sont en mesure de suivre les projets correctement.

Quand on intervient en tant qu'AMO BIM ou BIM Manager, on commence toujours par s'interroger sur l'intérêt de faire du BIM sur l'opération : à quoi cela va-t-il vraiment servir ? Pour quels usages ? On ne fait pas du BIM pour faire du BIM ! On fait du BIM pour répondre à des besoins spécifiques. Cela nous amène à identifier des axes, que ce soit autour de la sobriété du bâtiment, d'une meilleure planification, d'une meilleure communication auprès des usagers, autour du temps de réalisation plus court, etc. Ces axes peuvent faire intervenir le numérique à des degrés divers. Il peut servir à créer du lien entre l'architecte en amont, l'industriel et les équipes sur place. Finalement, nous créons du lien en travaillant sur le continuum de la donnée. Le continuum de la donnée est lié aux usages de chacun des acteurs du projet. Certains objectifs peuvent être orientés vers la maîtrise d'ouvrage, d'autres vers la maîtrise d'œuvre et d'autres vers l'entreprise. De tous ces besoins, on détermine ceux qui sont prédominants sur l'opération considérée. On travaille toujours pas à pas, sans viser d'emblée un projet full BIM. On privilégie le « test and learn », c'est-à-dire que la démarche est testée petit à petit pour ne garder que ce qui fonctionne. La maturité de nos clients est aussi déterminante dans la définition de la démarche que nous mettrons en place.

Ce continuum de la donnée repose sur la qualité des liaisons qui s'établissent entre acteurs n'ayant pas forcément les mêmes outils ni le même niveau de maturité sur la numérisation. Prenons l'exemple d'un plombier en phase exécution qui ne fait pas de BIM et ne dispose pas d'outils de modélisation. Ses données se résument à un fichier Excel et notre action consistera alors à collecter sa donnée, la structurer pour la rendre compatible et injectable facilement dans une maquette numérique. Cette démarche que je viens de décrire est adaptable en fonction du niveau de maturité de l'acteur considéré.

Une fois le continuum de la donnée réalisé, il doit servir au maître d'ouvrage. L'objectif de la maîtrise d'ouvrage, c'est de disposer d'un double numérique qui correspond aux besoins qu'il a exprimés au démarrage du projet et qui est compatible avec ses outils. Prenons l'exemple d'un promoteur immobilier, son objectif n'est pas forcément de disposer de maquettes en exploitation ou maintenance, mais de suivre son projet sereinement et faciliter la vente de ses lots. Il a besoin d'indicateurs clés qu'il peut obtenir aussi bien de la maquette numérique que d'autres sources d'information comme l'Open Data ou la donnée protégée.

Il faut maintenant parler de collecte de l'information. Lors du lancement d'une opération, en phase permis de construire (PC), la donnée graphique est importante et prioritaire. Puis, à mesure qu'on avance dans le projet, la donnée alphanumérique prend le dessus. Dans la phase exploitation et maintenance, la partie graphique ne représente pas plus de 10 % de la donnée produite. Plus encore que la maquette numérique, c'est bien de bases de données utiles dont ont besoin les acteurs. Aujourd'hui, on peut aussi bien sortir des surfaces de la maquette numérique que de bases de données structurées. Chez SOCOTEC, on travaille avec BLUECASTLE sur la mise en place d'une table de correspondance entre les différentes

classifications isonormées du marché (dont l'IFC, l'uniformat, etc.). Nous n'avons jamais besoin de toutes les données d'une base, mais uniquement de la donnée utile. La base doit alors pouvoir être structurée selon une classification spécifique. Il existe de nombreuses classifications possibles. Avec le BIM, on essaye de mettre en place des classifications ouvertes et isonormées qui facilitent les échanges avec les acteurs du projet. Cela permet d'industrialiser le processus en facilitant les échanges d'information.

En France, il y a une mouvance en faveur de la mise en place d'un processus commun de production et de gestion de la donnée. Parmi nos clients, on peut citer par exemple CONSTELLUM qui est un industriel à la recherche d'une meilleure liaison entre le volet industrie et le volet bâtiment. Comment le processus industriel s'intègre-t-il dans l'enveloppe qu'est le bâtiment ? Or, ce sont deux mondes différents avec un vocabulaire lui aussi complètement différent... Notre rôle a consisté à déterminer les informations qui pourraient simultanément être utiles pour les deux parties et d'identifier les outils permettant de réunir les différents formats. Dans le bâtiment, il va y avoir par exemple des réseaux qui sont au service du processus industriel (chaleur du bâtiment récupérée pour alimenter des équipements industriels). Nous constatons d'ailleurs que nombre d'industriels n'ont pas de données sur leurs bâtiments, considérant que l'enveloppe bâtementaire n'est pas critique dans leur activité. Cependant, à moyen terme, le bâtiment peut avoir un impact sur le processus industriel. Il y a par exemple la question de savoir si le bâtiment peut absorber les charges en matière de solidité (armature en béton ou en acier, capacité à recevoir une nouvelle ligne de production, etc.). On peut se poser la même question pour les réseaux électriques, les fluides, etc. Il y a bien des aspects du bâtiment qui sont en réalité critiques pour le fonctionnement de l'Industrie.

Lorsque nous intervenons pour nos clients, nous suivons un cahier des charges BIM (ou digital) sur la collecte de la donnée, sa

disposition et les besoins de ceux qui vont l'utiliser. Nos missions impliquent aussi la rédaction d'un plan d'action qui peut aller jusqu'au conseil d'éditeurs et d'outils adaptés aux besoins de nos clients (outils de modélisation, traitement, acquisition de la donnée, visualisation, etc.). Nos missions durent en général de quatre à six mois pour la phase d'accompagnement en stratégie digitale et douze à vingt-quatre mois pour le déploiement de cette stratégie (outils, numérisation...).

Au même titre que nous sommes tous passés sur des smartphones, il faut avoir conscience que désormais les capteurs sont présents dans tous nos bâtiments. La donnée est partout. Les bâtiments parlent et il nous faut apprendre à les écouter. Beaucoup de données sont gâchées, inutilisées... C'est dommage de collecter des milliards de données et de ne rien en faire. Pour pouvoir mieux utiliser ces données, on peut par exemple les connecter à des éléments statiques. La numérisation partielle ou totale du patrimoine peut s'avérer à cet égard fort utile. Progressivement, avec l'évolution des technologies (traitement radar, drone, IA...) on sera en mesure de collecter et traiter efficacement les données. On arrêtera de passer maintes et maintes fois dans les bâtiments pour collecter la même information.

Nous utilisons déjà des outils très puissants. On peut citer Real Planner par exemple, pour le réaménagement semi-automatique de locaux (space planning). On commence toujours par identifier les besoins du client, les délais. Puis on se rend sur site pour réaliser des scans du bâtiment (enveloppe) et de l'intérieur (photo et laser pour des vues à 360°). On modélise les éléments utiles (sans cloisonnement intérieur) avant de passer la main au client qui, grâce à l'outil Real Planner, peut positionner ses blocs comme il l'entend à l'intérieur de la modélisation. L'outil permet de faire des choses assez automatiques tout en fournissant des informations associées (surface moyenne par personne, distance entre les bureaux, etc.). Comme je le disais précédemment, on ne fait pas du BIM

pour faire du BIM, mais au contraire pour répondre à de nouvelles réglementations, de nouveaux usages, de nouveaux besoins.

La donnée est également très utile lorsque vient le temps de la destruction ou de la réhabilitation du bâtiment. Elle facilite le réemploi des éléments. Et lorsqu'on ne dispose pas de la donnée associée à tel ou tel élément, on peut très bien la rajouter. Par exemple, lorsqu'on détermine qu'une porte est coupe-feu, on peut lui associer les caractéristiques coupe-feu pertinentes et faire ainsi le lien avec le label d'économie circulaire EcoCycle de SOCOTEC. À partir des maquettes numériques ou des modèles de données ainsi constitués, il devient ainsi possible de faire une passerelle entre le bâtiment sur lequel on récupère des matériaux et le nouveau bâtiment sur lequel on les installe. On retombe évidemment sur la question des formats et de la compatibilité des jeux de données. C'est toujours plus simple quand on a de l'IFC de chaque côté, mais ça marche aussi quand on a plusieurs classifications différentes et qu'on arrive à les rendre compatibles. D'une manière générale, plus on aura des bâtiments numérisés en exploitation-maintenance, plus on pourra faire de l'économie circulaire au sens large : mise en place de machine learning d'abord pour détecter les éléments réutilisables lorsqu'on fera le scan du bâtiment avant démolition, et ensuite pour faire un rapprochement avec les besoins dans les 50 kms alentour.

La question du coût du BIM est souvent évoquée comme un argument rédhibitoire. Il arrive en effet que des clients renoncent au BIM pour une raison de coût associé. Mais on peut très bien commencer à digitaliser avec de petits moyens, en s'y engageant pas à pas, sans forcément produire de maquettes numériques. D'ailleurs, quand on commence à structurer sa donnée, c'est déjà de la numérisation ! Et elle amène immédiatement des gains. On peut prendre l'image du Smartphone qui coûte plus cher que les anciens téléphones, mais qui offre un grand potentiel d'usage avec toutes les applications embarquées. Le Smartphone ne peut plus se résumer à un simple téléphone, c'est bien plus que ça. De la même manière, le bâtiment n'est plus simplement le réceptacle d'occupants destinés à passer du temps derrière un ordinateur ou dans leur domicile. Il y a désormais le besoin d'un certain confort dans la mesure où l'on y passe plus de 90 % de son temps de vie. Les gens ont une envie de mieux vivre, de confort, de connectivité, d'accéder à plus d'applications ouvertes sur le quartier, etc. Cela amène à penser des services additionnels au niveau du bâtiment, du quartier et même de la ville. C'est précisément ce que recherchent les facility managers. La plus grande part de la valeur ajoutée ne provient plus tant du contrôle ou de la maintenance des équipements techniques, mais bien davantage d'une meilleure perception du bâtiment, d'une meilleure qualité de vie, d'une réduction de la consommation énergétique.

Enfin, il faut noter que l'évolution ne s'arrête pas à ce que je viens de décrire. Des besoins nouveaux émergent, comme le fait de décentraliser certains services. À l'avenir, les futurs acquéreurs pourraient éviter de solliciter les commerciaux pour avoir la moindre information sur un bien. Prenons l'exemple de LIVINX, l'un des

premiers promoteurs immobiliers à avoir numérisé à 100 % ses process. Ce dernier, en « injectant » des bouts de maquette numérique dans ses configurateurs de logement, permet aux futurs acquéreurs de paramétrer eux-mêmes leurs logements ou bureaux (changement de cloison, rajout de prise, emplacement des meubles, etc.). Les configurateurs sont même susceptibles de produire des devis en impliquant ou non un acteur tiers, comme un commercial par exemple.

Quand on parle de décentralisation, on pense aussi à la blockchain. Cette technologie, qui n'est pas encore mature, paraît cependant bien répondre aux besoins de fiabilisation, de stockage et de l'échange de la donnée. Associée aux Smart contracts, elle constituera à n'en pas douter la prochaine génération des technologies mise au service des bâtiments. Et le Groupe SOCOTEC s'y implique déjà !



L'AVIS DE L'EXPERT

« LE JUMEAU NUMÉRIQUE AUTORISE LA RENCONTRE ENTRE LES DONNÉES IN SITU ET LES HYPOTHÈSES DES MODÈLES »

Raphaël LECLERCQ
Expert SOCOTEC
Responsable du pôle Data
SOCOTEC Monitoring France
GROUPE SOCOTEC

Il existe environ une trentaine de définitions du jumeau numérique. Cette notion peut parfois être galvaudée tant elle est différente d'un acteur à l'autre. Le jumeau numérique est une représentation numérique d'un actif physique (infrastructure, bâtiment, équipement, etc.) avec des informations réelles sur l'actif. C'est un concept résolument centré sur l'actif bâti. Ce n'est pas un concept généraliste. Le jumeau numérique, c'est le couplage entre la donnée réelle (issue d'un capteur, d'une inspection, d'un contrôle technique, etc.) et le modèle numérique.

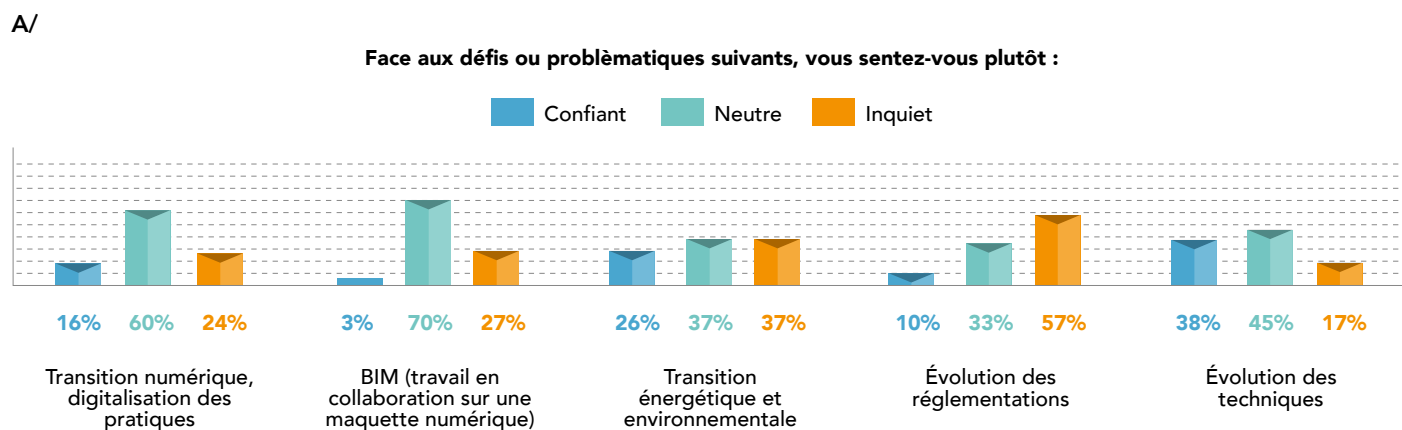
Le BIM, quant à lui, peut justement être ce modèle numérique puisqu'il s'agit de l'une des représentations numériques de l'ouvrage. Le BIM présente à ce titre énormément d'avantages par ce qu'il est standardisé, interopérable, de plus en plus adopté, riche en informations sur les propriétés géométriques, etc. C'est le cas d'usage sur lequel le jumeau numérique fait le plus sens. Mais il existe aussi d'autres représentations numériques de l'ouvrage exploitables pour développer un jumeau numérique : les modèles aux éléments finis qui sont généralement utilisés pour dimensionner les bâtiments. Tout comme le BIM, ces modèles peuvent aussi être couplés avec les capteurs. Retenons que tout modèle numérique n'est qu'une représentation incertaine de la réalité, reposant sur un cadre d'hypothèses (de dimensionnement, de résistance, de matériaux, etc.). Ces hypothèses, on ne les vérifie pas systématiquement en pratique. Le jumeau numérique autorise la rencontre entre les données in situ et les hypothèses des modèles. Cela contribue à réduire les incertitudes. La data nous permet de confronter ce qu'on pense avec ce qui est réel.



Malgré ses grands avantages (offrir des données tracées et structurées notamment), le BIM peine à s'imposer dans la filière. Aujourd'hui, seuls 20 % environ des maîtres d'ouvrage réaliseraient des projets en BIM⁴, cette méthode ayant du mal à pénétrer le tissu des petites et moyennes entreprises du bâtiment. Comme l'indique, par exemple, le Baromètre 2022 de la CAPEB et Batiactu, les artisans restent indifférents face au défi de la transition numérique et au BIM alors qu'ils sont plus partagés sur la transition environnementale. L'évolution régulière des réglementations reste leur principale source d'inquiétude (figure 3-A).

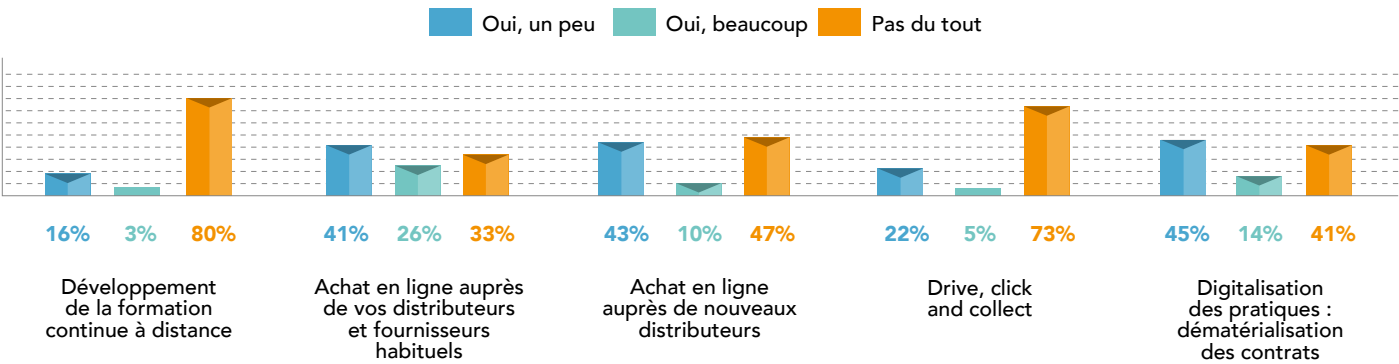
Figure 3 : les artisans face et à la transition numérique dans le bâtiment

Source : Batiactu et CAPEB (2022), Innovation et pratiques professionnelles : Baromètre Artisans 2022, juin/juillet, p. 2-6.



⁴ Assen SLIM (2023), Guide : Faciliter l'autocontrôle et le contrôle à l'aide de la Maquette numérique, Ministère chargé de la ville et du logement, BIM 2022, Action 2, p. 20.

Le développement des pratiques numériques des artisans se poursuit



Cependant, interrogés sur leurs pratiques numériques, 45 % des artisans du bâtiment déclarent avoir eu recours à de nouvelles solutions techniques. Pour faire face aux bouleversements numériques et conjoncturels, le secteur s’adapte et se modernise (figure 3-B). Cette tendance est confirmée par l’enquête du groupe Esiris, qui montre que 72% des entreprises de la Construction seraient prêtes à s’engager dans la transformation numérique⁵.

Cette détermination à intégrer un environnement numérique dans les entreprises a connu une accélération après la crise sanitaire de 2020. La crise sanitaire a particulièrement frappé le secteur de la Construction. Comme l’indique le tableau 1, environ 42 % des sociétés de la Construction ont dû arrêter leur activité en 2020 : arrêt de l’activité sur décision ou recommandation administrative (28,3 %), par manque de personnel (1,5 %), suite à des problèmes d’approvisionnement (10 %), suite à des problèmes de débouchés (2,6 %). A cela il faut ajouter les sociétés qui ont été contraintes de fermer une partie des sites (25,8 %) et celles qui ont dû alterner entre périodes d’ouverture et de fermeture (9,4 %). Ces arrêts totaux ou partiels ont été à l’origine d’une suspension de 80 à 90 % des projets en cours. En définitive, seulement 22,4 % des sociétés de construction ont maintenu une activité sur tous leurs sites, ce qui est moins de la moitié de la moyenne nationale pour l’ensemble des secteurs (47,3 %).

Par l’intégration d’un environnement numérique, les entreprises espèrent notamment simplifier les processus commerciaux et administratifs, améliorer la collaboration et augmenter la productivité sur les chantiers.

NOUS SOMMES RENTRÉS DANS L'ÈRE DU TRAVAIL COLLABORATIF

Le travail collaboratif s’est imposé dans le monde du bâtiment et les équipes travaillent ensemble de manière plus efficace que jamais. Les acteurs de la filière partagent des outils, communiquent entre eux et enrichissent les données ensemble. Cette collaboration se traduit en actions concrètes et s’est imprégnée dans les esprits des professionnels.

Des exemples de travail collaboratif peuvent être vus dans les équipes de maîtrise d’œuvre, les équipes de maîtrise d’ouvrage, les architectes, les ingénieurs, les constructeurs, les fournisseurs, etc. qui travaillent ensemble pour planifier, concevoir, construire et entretenir des bâtiments. Le BIM permet également une collaboration en temps réel entre les différents acteurs du projet, ce qui améliore la qualité, la productivité et la performance du projet.

Bertrand Delcambre ajoute que pour véritablement basculer dans « l’ère de la maquette numérique », il faut encore un effort important en matière de normalisation des lexiques, des process et des outils. Le travail collaboratif et le BIM sont donc des outils clés pour moderniser et améliorer les processus de construction dans le secteur du Bâtiment.

⁵COGESTIM (2021), Enjeux de la digitalisation du secteur du bâtiment, 1^{er} décembre, https://www.cogistem.com/actualites/22_enjeux-digitalisation-secteur-batiment (consultation du 01/03/2023).

L'AVIS DE L'EXPERT

L'ENJEU DE RÉCUPÉRATION ET DE MAÎTRISE DES DONNÉES DANS LE MONDE DU BÂTIMENT EST COLOSSAL.

Bertrand DELCAMBRE

Président de l'Association QUALITEL

Ayant créé un centre de recherche sur l'énergie solaire appliquée au bâtiment à Sophia Antipolis, j'ai contribué à développer une activité qu'on appelait alors « l'informatique appliquée au bâtiment ». On s'intéressait aux applications de l'informatique avancée qui se développait dans d'autres domaines de l'industrie et de l'ingénierie et qu'on souhaitait transposer dans le monde du bâtiment. On a donc exploré ces possibilités-là en s'intégrant, s'immergeant dans des milieux de recherche spécialisée dans toute l'Europe et même au-delà. On a eu, par exemple, un programme de robotique appliqué au bâtiment avec des Japonais au début des années 1990. On a même exploré avec l'INREA les prémices de l'IA au milieu des années 1980. Pour donner un ordre de grandeur, nous étions à la fin des années 1990 environ 80 chercheurs à Sophia Antipolis dont les trois-quarts étaient spécialisés sur l'informatique appliquée et un petit quart seulement sur les énergies renouvelables. On ne s'était pas trompé puisque c'est effectivement à partir de la fin des années 1990 qu'Internet et les PC ont commencé à se généraliser, puis à partir des années 2000, ce fut au tour des téléphones portables. Cette révolution technologique (micro-ordinateur et réseaux) a contribué à favoriser l'utilisation et le déploiement des usages numériques. D'ailleurs, à partir des années 2000, on a commencé à parler de « numérique » et non plus d'« informatique ». Ce changement de terminologie est révélateur de la mutation en cours.

Après avoir dirigé le centre de recherche de Sophia Antipolis, j'ai pris la direction générale du CSTB puis sa présidence de 2008 à 2014. Le CSTB est LE centre de recherche public consacré au Bâtiment. Il a le statut de centre scientifique public, industriel et commercial (EPIC) qui, en plus de la recherche, accompagne les innovations dans le monde du Bâtiment. Le monde du Bâtiment a besoin de garde-fous. Quand des innovations le parcourent, le CSTB est chargé d'en évaluer l'impact et d'en faciliter l'appropriation par les acteurs (entreprises, MOA, etc.). Le CSTB a aussi une activité de consulting (expertise et conseil) et de diffusion des connaissances (édition et formation). Le CSTB compte environ mille personnes.

En juillet 2014, alors que je rejoignais le conseil général des Ponts-et-Chaussées, j'ai accepté de mener une mission pour le compte de la ministre du Logement et de l'Egalité des Territoires, Sylvia Pinel, sur l'état d'avancement de l'appropriation du numérique par les professionnels du Bâtiment. Mon rapport, remis en décembre 2014, dressait un état des lieux et suggérait un certain nombre de pistes pour accélérer le déploiement du numérique dans le monde du Bâtiment. Les organisations professionnelles que j'avais largement consultées soutenaient l'idée d'aller un peu plus vite, un

peu plus loin, sur ce thème. La ministre a été convaincue qu'il fallait lancer un Plan de Transition Numérique du Bâtiment (PTNB) dont elle m'a confié la présidence début 2015. Sur la base d'un budget d'une vingtaine de millions d'euros, nous avons mis en place un dispositif ayant pour objet de faire découvrir des applications nouvelles aux professionnels du Bâtiment. Lorsque le Plan s'est achevé fin 2018, nous avons eu le temps de mener suffisamment d'actions pour éclairer le chemin pour la suite. Bien entendu, on était loin d'une appropriation suffisante des technologies en constante évolution par l'ensemble des professionnels du Bâtiment. La même année, le ministre Julien Denormandie a lancé un deuxième plan appelé « Plan BIM 2022 » dont l'objectif était de généraliser l'usage du BIM à l'horizon 2022 dans le monde du Bâtiment. Le Plan a démarré en 2019 et continue en 2023.

Depuis 2015, je préside, au nom du ministre chargé du Logement, l'association QUALITEL qui regroupe une trentaine d'organisations professionnelles et d'institutions publiques, avec l'État. Créé en 1974 par les pouvoirs publics, QUALITEL a pour objectif d'améliorer la qualité du logement, notamment en accompagnant les évolutions réglementaires. Il y a l'ambition d'embarquer les professionnels sur des voies qui les amènent au-delà des seuils réglementaires. Une certification rassemblée sous la bannière unique de « NF Habitat » depuis 2015, aide à y parvenir. Aujourd'hui, près d'un logement collectif neuf sur deux est certifié NF Habitat par QUALITEL. C'est un beau taux de pénétration pour une certification volontaire.

Concernant la data, je dirais que l'on dispose aujourd'hui de tous les outils qui permettent d'exploiter les bases de données. Au début de ma carrière, il était difficile d'imaginer avec les technologies de l'époque, qu'on pourrait cumuler des données à grande échelle. Aujourd'hui, on a tous les outils pour exploiter les données (physiques, etc.) décrivant les 37 millions de logements en France. La puissance des outils informatiques et des réseaux est telle qu'on saurait sans problème piloter, croiser et analyser de telles bases de données. Encore faut-il disposer

de ces bases. Aujourd'hui, on ne les a pas encore suffisamment facilement accessibles à tous. Nous ne sommes qu'au début d'une ère qui va sans doute s'accélérer et s'intensifier. On parle ici d'un grand nombre de bases de données qui doivent être organisées de façon à pouvoir communiquer entre elles et être interoperables. On ne fera pas l'économie d'une réflexion sur les formats standards de données qu'il faudra faire émerger. Il y aura donc de gros efforts de normalisation à entreprendre.

QUALITEL, comme d'autres, a une conscience aiguë qu'il est indispensable d'avancer sur cette voie. Le Carnet d'Information du Logement (CIL) constitue à ce titre un bon exemple. Les logements sont faits pour durer. Une partie significative du parc de logements français est constituée de bâtiments ayant plus d'un siècle. L'une des caractéristiques essentielles des bâtiments, c'est la durée. Si l'on veut maîtriser les comportements de ces bâtiments dans la durée, il faut en garder la mémoire. Le CIL est justement l'outil conçu pour rassembler toute la description évoquée précédemment du logement, y compris de ses équipements. Tout ce dont a besoin l'occupant pour bien utiliser son logement (de quoi sont constitués les murs, cloisons et ouvertures, comment fonctionnent les équipements de chauffage, de production d'eau chaude ou de ventilation, entre autres). Garder la mémoire de tout ce qu'il faudra entretenir et rénover au fil des décennies, permettra d'optimiser la maintenance des logements au sens large du terme. L'histoire du CIL est longue. QUALITEL, avec quelques partenaires (État, AQC, CSTB, SMABTP), a été l'un des précurseurs en la matière avec le Guide d'Informations sur les Systèmes et Equipements du Logement et de leur Entretien (GISELE), lancé il y a plus d'une quinzaine d'années. GISELE se présentait sous la forme d'un logiciel disponible sur un CDROM ne fonctionnant pas en réseau. Cela paraît certes dépassé aujourd'hui, mais les bases étaient là. Les MOA qui le souhaitaient pouvaient commencer à garder en mémoire tous les éléments évoqués plus haut. En août 2015, la Loi TECV (Transition Énergétique pour une Croissance Verte) avait prévu la mise en place d'un « carnet numérique de suivi et

d'entretien des logements » et dans la foulée, les pouvoirs publics ont commencé à s'y intéresser en demandant au PTNB de lancer en 2017 une expérimentation nationale sur le sujet. Nous avons alors réussi à solliciter une douzaine d'initiatives de diverses natures en les accompagnant financièrement pour explorer la faisabilité technique et économique d'un tel concept.

Malgré les conclusions très positives de cette expérimentation qui se sont traduites à la fin de l'année 2018 par un article de la Loi Élan confirmant l'obligation d'un « carnet numérique d'information, de suivi et d'entretien des logements », les pouvoirs publics ont renoncé à imposer un outil numérique à l'ensemble de la population, considérée en 2019 comme insuffisamment engagée dans la pratique du numérique, le taux de non-numérisation citoyen se situait alors aux alentours de 13 %. Ce n'est qu'avec la Loi Climat et Résilience (2021) que finalement le législateur a repris la main en gommant toute référence au « numérique ». Ainsi la mention « Carnet d'Information du Logement » (CIL) a remplacé l'ancienne appellation de « Carnet numérique de suivi et d'entretien du logement ». Le décret d'application a été publié en décembre 2022, rendant le CIL obligatoire pour tout logement neuf dont le permis de construire a été déposé à partir du 1^{er} janvier 2023 ainsi que pour tout logement existant faisant l'objet de travaux de rénovation énergétique. Cette évolution devrait déboucher assez rapidement sur des centaines de milliers voire des millions de CIL dans les années à venir. On est enfin rentré dans l'ère de la généralisation de ce concept. Parallèlement, chez QUALITEL, un nouvel outil nommé CLÉA a pris la relève de GISELE. Commercialisé à partir du printemps 2021, CLÉA est un système accessible en ligne qui permet d'anticiper les obligations réglementaires. À ce jour, environ 150 000 CLÉA ont été déployés.

CIL, CLÉA, sont autant d'exemples qui montrent l'enjeu perçu aussi bien par les pouvoirs publics que par les professionnels (malheureusement pas encore suffisamment par les particuliers) de l'importance de la mémoire et de l'usage qu'on peut en faire. Disons qu'il devient pénible pour tous de devoir faire une véritable « archéologie » afin de retrouver la description fonctionnelle et technique des outils et systèmes à la moindre intervention d'un professionnel (fuite, panne, etc.). À titre de comparaison, l'automobile, dont la durée de vie est bien moindre que celle d'un logement, bénéficie d'un « carnet de maintenance » qui permet à chaque garagiste bien équipé de gagner énormément de temps avec la récupération des données. L'enjeu de la récupération et de la maîtrise des données dans le monde du Bâtiment est colossal.

Le CIL est un pas de géant en faveur du BIM. Pour l'illustrer, je prendrais le projet QualiBIM développé par QUALITEL. Il y a encore quelques années, la pratique de la certification imposait à tous les acteurs des échanges de documents papier. Aujourd'hui, tous les supports sont numériques et des applicatifs ont été développés pour faire gagner du temps à tout le monde. L'idée du projet QualiBIM repose sur la semi-automatisation de l'analyse du référentiel. Lorsqu'un bâtiment aura fait l'objet d'une maquette numérique respectant un standard de type IFC, alors on pourra imaginer que la

vérification des exigences de certification puisse se faire par un outil qui scanne automatiquement l'ensemble des objets. Il faudra bien entendu avoir fait l'effort de formaliser les exigences de certification en s'appuyant sur les mêmes standards de description d'objets. Le rapprochement des deux univers, celui de la maquette BIM et celui des exigences « BIMisées » permettra de gagner beaucoup en productivité. Il ne faut bien sûr brusquer personne et s'ajuster au niveau de maturité numérique de la filière. Aujourd'hui, l'usage du BIM dans la Construction ne dépasse pas les 15-20 % et concerne principalement les majors. Il y a de grosses équipes sur de gros projets qui savent se servir de façon satisfaisante de la maquette numérique aux différentes étapes du projet. Mais, cela nécessite des moyens qui ne sont pas à la portée du grand public professionnel du monde du Bâtiment qui est constitué essentiellement de toutes petites structures. Il reste donc du chemin à faire pour le BIM et sur la data.

Nous ne sommes pas encore à l'ère de la maquette numérique généralisée, mais plutôt à celle du travail collaboratif ! Les gens comprennent parfaitement bien la puissance du travail collaboratif. Les équipes travaillent ensemble, partagent des outils, communiquent des données et les enrichissent pour le compte du MOA. Le travail collaboratif est entré dans les esprits et a commencé dans la pratique. L'ère de la maquette numérique viendra après. Il faudra un gros effort de normalisation. Le CLIL, en permettant de rassembler les données et documents dont on dispose, contribue à cette évolution. Le constructeur est désormais capable de remettre au propriétaire tous les descriptifs, sous format numérique, dont il aura besoin dans la durée.

Enfin, ces dernières années ont vu se développer des bases de données en Open Data. Ces dernières ont la propriété d'être en accès ouvert, c'est-à-dire qu'elles peuvent être utilisées et enrichies par tous. Les bases de données mises à disposition par le ministère de l'Économie et des Finances en constituent une bonne illustration. Elles permettent de vérifier au niveau de la parcelle de cadastre, le type de transaction qui a eu lieu, le montant, la date, etc. Il existe beaucoup d'autres exemples de données en accès ouvert : météo, risques sismiques, risques radon, etc. Beaucoup de startups se sont lancées dessus pour développer des applications de plus en plus étonnantes, pour ne pas dire stupéfiantes, d'analyses croisées de ces données. Certains parlent désormais d'IA pour décrire la puissance des analyses croisées de ces bases de données. CLÉA intégrera prochainement ce type de service pour ses clients. Ces initiatives sont toutes très récentes et sont appelées à se développer. À charge pour ceux qui auront envie de développer des services et des applications sur ces données, de faire l'effort d'aller les chercher, de les rassembler et de les analyser. On va progressivement passer au Big Data dans le monde du Bâtiment. Notons que ce qu'on appelle « IA » se limite pour le moment à des algorithmes traitant des bases de données importantes. À l'avenir, il y aura des applications de plus en plus puissantes s'apparentant davantage à des réseaux de neurones.

Le bâtiment est un être complexe qui nécessite plus de données

pour sa conception et sa construction qu'un avion de type Airbus, avec en outre le fait que chaque bâtiment est unique en son genre et que les équipes de conception et de réalisation de bâtiments se reconstituent et se redécouvrent à chaque projet. D'où l'intérêt d'avoir des outils de plus en plus puissants pour rassembler et analyser les données, pour les garder dans le temps et les enrichir. Parallèlement, la maîtrise des usages et des comportements dans le Bâtiment, ainsi que la généralisation des objets connectés, devraient nous réserver de belles surprises dans l'avenir.



Tableau 1 : La Construction pendant le premier confinement de 2020
 Source : INSEE (2023), <https://www.insee.fr/fr/statistiques/5356431?sommaire=5356433#titre-bloc-1> (consultation du 22/02/2023)

Maintien ou arrêt de l'activité pendant le premier confinement, nombre de jours de fermeture	Construction	France : Ensemble des secteurs
Nombre de sociétés	27 916 (100 %)	233 789 (100 %)
Maintien de l'activité sur l'ensemble des sites	6 261 (22,4 %)	110 558 (47,3 %)
Maintien de l'activité sur une partie des sites	7 201 (25,8 %)	43 229 (18,5 %)
Arrêt de l'activité sur décision ou recommandation administrative	7 897 (28,3 %)	52 472 (22,4 %)
Arrêt de l'activité par manque de personnel	412 (1,5 %)	1 253 (0,5 %)
Arrêt de l'activité suite à des problèmes d'approvisionnement	2 782 (10 %)	6 156 (2,6 %)
Arrêt de l'activité suite à des problèmes de débouchés	738 (2,6 %)	5 477 (2,3 %)
Alternance de périodes d'ouverture et de fermeture	2 625 (9,4 %)	14 644 (6,3 %)
Nombre moyen de jours de fermeture (pour les sociétés ayant arrêté leur activité)	43 jours	57 jours

Facteurs ayant impacté l'évolution de l'activité, par secteur d'activité	Construction	France : Ensemble des secteurs
Nombre de sociétés	27 916 (100 %)	233 789 (100 %)
Disponibilité de la main d'œuvre en France	11 088 (39,7 %)	51 517 (21,9 %)
Disponibilité de la main d'œuvre à l'étranger	1 174 (4,2 %)	8 257 (3,5 %)
Demande en France	16 180 (58 %)	152 588 (65,3 %)
Demande à l'étranger	742 (2,7 %)	37 950 (16,2 %)
Fermeture des frontières	4 022 (14,4 %)	64 418 (27,6 %)
Disponibilité des fournisseurs et difficultés d'approvisionnement	24 263 (86,9 %)	134 705 (57,6 %)
Difficultés financières (dont trésorerie)	13 038 (46,7 %)	94 423 (40,4 %)
Difficultés liées à l'aval (transport, logistique)	18 967 (67,9 %)	114 277 (48,9 %)



La collecte de la data dans le bâtiment

LA COLLECTE DE DONNÉES
DANS LE BÂTIMENT EST
UN ÉLÉMENT CLÉ POUR
**AMÉLIORER L'EFFICACITÉ
ÉNERGÉTIQUE, OPTIMISER
L'UTILISATION DE
L'ESPACE, ACCROÎTRE
LE CONFORT DES
OCCUPANTS, ETC.**

En effet, lorsqu'elle est bien réalisée, elle fournit des informations capitales sur les domaines où des économies d'énergie peuvent être réalisées, sur les conditions de travail, les niveaux de salubrité et de solidité, la sécurité, les niveaux de confort et les préférences des utilisateurs... Face à la variété des données générées (de construction, de performances, d'utilisation des bâtiments, etc.), il existe différentes méthodes de collecte disponibles pour aider les propriétaires et les gestionnaires de bâtiments à tirer le meilleur parti de leurs installations.

LES TYPES DE DONNÉES COLLECTÉES DANS LE BÂTIMENT

Malgré leur extrême hétérogénéité (données d'observation, d'expérimentation, de simulation, de contrôle, etc.) les données collectées dans le bâtiment peuvent être regroupées en différents types : données de construction, de performance, d'utilisation des bâtiments, autres.

Les données de construction comprennent l'ensemble des informations relatives aux phases de conception et de construction du bâtiment : données de conception, plans de construction, matériaux utilisés (quantités, types, etc.), configuration de la structure et des équipements, plans de câblage, système de tuyauterie, d'aération, systèmes incendie, etc.

Les données de performance concernent les informations relatives notamment à la performance énergétique, environnementale et technique du bâtiment. Elles peuvent inclure, par exemple, la consommation d'énergie, les émissions de gaz à effet de serre, les taux d'occupation, les heures de fonctionnement des équipements, etc. Ces données peuvent être collectées à partir de capteurs installés dans le bâtiment, de relevés manuels, ou encore des systèmes de gestion de bâtiments tels que les systèmes de régulation de la climatisation, les systèmes d'éclairage, les systèmes de sécurité, etc.

Les données d'utilisation des bâtiments sont quant-à-elles collectées auprès des utilisateurs. Ce sont des données telles que les habitudes de travail, les besoins en matière de confort et les préférences en matière d'éclairage et de température. Elles peuvent être collectées à l'aide de sondage auprès des utilisateurs ou de systèmes de gestion de bâtiment qui enregistrent les préférences des utilisateurs en matière de confort.

Enfin, d'autres catégories de données peuvent être collectées dans le bâtiment, telles que les données de maintenance et de réparation, les données financières et comptables, les données de gestion des ressources humaines et les données de sécurité. Chacun de ces types de données peut être utilisé pour améliorer la performance globale du bâtiment et optimiser les coûts de fonctionnement.



L'AVIS DE L'EXPERT

«LES BÂTIMENTS GÉNÈRENT DE PLUS EN PLUS DE DONNÉES, QUE CE SOIT EN FRANCE OU DANS D'AUTRES PAYS.»

Philippe LEVY

Expert SOCOTEC

Directeur d'agence Construction & Digitalisation

SOCOTEC Construction et Immobilier

Bream-in-Use Assessor

GROUPE SOCOTEC

En tant que directeur de l'agence Construction et Digitalisation chez SOCOTEC Construction, j'occupe un rôle transverse qui vise principalement à développer de nouveaux produits et services dans le secteur de l'immobilier, et ce pour chacun de ses cycles de vie (construction, exploitation, rénovation, transaction, démolition, déconstruction, réemploi...). Mon activité m'amène à identifier voire anticiper les besoins de nos clients et développer les solutions qui y répondent. Ces nouveaux produits se situent en général à la croisée entre l'informatique, les réglementations et leurs évolutions, les certifications environnementales et nos expertises métiers. On peut citer notamment « Business Ready » (labellisation et évaluation du respect des dispositions sanitaires visant à réduire le risque de contamination au COVID 19 dans l'immobilier) et le Pass Sérénité Senior, dont l'objectif est de créer des logements adaptables et adaptés aux personnes âgées mais aussi aux occupants confrontés aux accidents de la vie.

J'accompagne également les clients dans leurs projets de digitalisation et de collecte de données. Dans ce cadre, je participe à la création d'un outil majeur et structurant à l'échelle du groupe dont les enjeux sont à la fois ;

- internes à SOCOTEC en tant que colonne vertébrale de nos activités et production de livrables
- que pour nos clients asset-managers,

property-managers et l'ensemble des acteurs de l'immobilier qui ont besoin d'une solution simple et interopérable de pilotage et de gestion patrimoniale.

La proposition de valeur repose en particulier sur la capitalisation des données au fur et à mesure des visites, la structuration des composants et documents constitutifs de chaque actif avec des données fiables obtenues ou vérifiées par un tiers de confiance, et la possibilité d'agir via des plans d'actions structurés et arbitrés.

Quels types de données sont finalement présentes dans un bâtiment ?

Les bâtiments génèrent de plus en plus de données, que ce soit en France ou dans d'autres pays.

La première catégorie de données qui se retrouve présente classiquement sur un bâtiment concerne les documents dits « physiques », sous la forme de données statiques historiquement au format papier.

En voici quelques exemples :

- le permis de construire
- le Dossier d'Ouvrage Exécuté
- les plans des niveaux
- les rapports de diagnostics amiante et plomb

Ces documents se retrouvent désormais de plus en plus au format digital, usuellement en PDF, avec des problématiques de conservation minimale réglementaire (y compris avec des sujets d'archivage légal normé en particulier sous l'ISO 14641-1) et maximale ou nécessitant une anonymisation lorsqu'ils sont concernés par le RGPD, car comportant des informations personnelles (baux, relevés de consommation d'un foyer, ...). A cela s'ajoute une multitude de traçabilité (mails, bons d'intervention, ...) dont l'importance et le nombre ne cessent de croître. Cela s'explique par la facilité d'en générer, nos habitudes de connectivité et de remontée d'insatisfaction, mais aussi par leur utilité perçue en cas d'incident ou de recherche de responsabilité. Un bâtiment moyen de bureau d'une surface de 10 000 m² en France peut ainsi générer très rapidement plus de 1200 documents physiques par semaine. Ces données ont évoluées pour se retrouver dans des GED (Gestion électronique des documents) et plus récemment (mais encore pas de manière systématique au-delà de certains projets neufs) rattachés dans des maquettes BIM.

Depuis quelques années, des données d'un nouveau genre sont venues s'ajouter et complexifier encore l'écosystème : des données plus ou moins structurées issues de composants connectés des bâtiments, produites en continu et donc en grande quantité. Ces objets sont devenus encore plus courants sous l'impulsion de trois événements récents :

- Tout d'abord la période COVID, qui a poussé les chefs d'établissement à mieux mesurer le renouvellement d'air par l'installation de sondes CO₂ (déjà plus couramment utilisées dans les

écoles, crèches, ...), qui mesurent à intervalles réguliers (toutes les 10 minutes par exemple) la teneur en CO₂, et indiquent au besoin aux usagers d'ouvrir les fenêtres, ou à la centrale de traitement d'air d'amener plus d'air neuf (air propre pris directement à l'extérieur sans transiter par d'autres locaux) si la concentration en CO₂ dépasse un seuil de 800 à 1000ppm.

- Egalement, le « décret tertiaire » qui oblige les immeubles tertiaires dont la surface dépasse les 1000m² à atteindre sous l'horizon de 30 ans (avec des paliers intermédiaires tous les 10 ans) une valeur relative de -60% de consommation énergétique ou en valeur absolue à suivre des équivalents de réglementation applicable aux constructions neuves. Cette contrainte s'accompagne d'une déclaration annuelle obligatoire avant le 30 septembre en indiquant pour chaque activité des indicateurs d'intensité d'usage (sinon des valeurs par défaut potentiellement moins avantageuses sont appliquées), et impose par conséquent un suivi des périodes d'affluence, d'ouverture des locaux et surtout mesures de consommation énergétique bien plus fines et régulières, à l'aide de compteurs localisés pour chaque usage et chaque locataire.
- Le dispositif réglementaire dit « décret BACS » (pour Building Automation & Control Systems) imposant selon la puissance présente, la mise en place d'ici le 1^{er} janvier 2025 d'un système de Gestion Technique du Bâtiment (dit aussi « Automatisation et Contrôle) sur les bâtiments tertiaires non-résidentiels, neufs et existants, couvrant à minima le chauffage, la climatisation, la ventilation, l'éclairage pour centraliser, enregistrer et analyser les données de consommation énergétique du bâtiment et de l'ajuster par pilotage à distance en fonction des besoins des occupants, de l'activité ou encore de la température extérieure.

Un dernier type de données peut se résumer à ce qu'on appelle les « métadonnées ». Ces données peuvent se résumer de manière imagée à l'extraction du jus de chaque document et source d'information issus de l'ensemble des contributeurs d'un bâtiment. Il s'agit d'informations qualifiant :

- directement l'actif comme sa surface, son classement, son année de construction, son historique des travaux réalisés, son nombre de personnes admissibles,
- mais aussi ses composants constitutifs (comme les quantités, marques, modèles, puissances, de chaque équipement ou sol, mur, plafond, etc.).

Ces données font souvent l'objet d'un traitement manuel pour les saisir dans des formulaires, avec tous les risques d'erreur que cela comporte, et le temps associé conséquent, sans compter l'expertise nécessaire pour aller chercher la bonne donnée au bon endroit. Certains acteurs comme SOCOTEC ont supprimé cette barrière informatique entre les documents physiques et les données qu'ils contiennent par la mise à disposition de plateformes dédiées

consultables à tout moment ou connecteurs spécifiques. Dans ce cas, nos clients sont en capacité de consulter directement sans intermédiaire, autant le rapport de contrôle réglementaire périodique (d'ascenseur, d'électricité, de moyens de secours,...) sous sa forme PDF, que l'extraction des non-conformités qu'il comporte sans aucun risque de manquement. Ils peuvent ainsi les traiter et les piloter directement, ou passer par d'autres outils comme les GMAO⁷ interfacées avec leurs prestataires de maintenance multi-technique.



⁷ Voir le glossaire pour la définition..

Les méthodes de collecte des données dans le bâtiment

IL EXISTE PLUSIEURS MÉTHODES DE COLLECTE DE DONNÉES DANS LE BÂTIMENT, CHACUNE AVEC SES AVANTAGES ET SES INCONVÉNIENTS.

La méthode la plus courante est la collecte manuelle, qui implique la saisie manuelle des données à partir de tableaux, de fichiers et d'autres documents écrits. Cette méthode est souvent utilisée pour collecter des données de maintenance et de réparation, ainsi que des données financières et comptables. Bien qu'elle soit relativement simple et peu coûteuse, la collecte manuelle de données peut être sujette à des erreurs humaines et peut prendre beaucoup de temps.

La collecte de données automatique utilise des capteurs et des systèmes de gestion de bâtiments. Elle concerne le plus souvent des données sur la performance énergétique, l'utilisation des équipements et la sécurité des occupants, la température, l'humidité et d'autres paramètres du bâtiment. Cette méthode est plus précise que la collecte manuelle et permet un recueil de données en continu et en temps réel. Cependant, l'installation de capteurs et de système de gestion de bâtiment constitue une condition sine qua non qui peut s'avérer onéreuse et qui implique dans tous les cas de former le personnel pour une utilisation efficace de ces systèmes.

Enfin, la collecte de données auprès des utilisateurs peut être effectuée à l'aide de sondages et d'enquêtes. Elle informe sur les habitudes de travail, les besoins en matière de confort, les préférences en matière d'éclairage et de température, etc. Cette méthode est évidemment très utile pour améliorer la satisfaction des utilisateurs et optimiser l'utilisation des espaces de travail.



LA MÉTHODE CCTP DÉVELOPPÉE PAR SOCOTEC

En tant que tiers de confiance, le groupe SOCOTEC a mis en place la méthode appelée CCTP pour Collect, Check, Trust et Progress. Philippe Levy, Expert SOCOTEC Construction et Digitalisation, précise chaque point de la méthode :

Collect : il s'agit de recueillir des informations provenant notamment d'examen visuels sans instrumentation (constat visuel), de mesures et sondages (vérification directe de l'état d'un composant), de prise d'avis (questions posées aux utilisateurs), de consultation de documents associés (vérification de la conformité d'un composant), et des GTB et GTC (voir glossaire). À partir de ces éléments, le Groupe SOCOTEC est en mesure de compléter et de mettre à jour les informations préexistantes. On parle alors de « rétro-BIM », c'est-à-dire d'un enrichissement d'une maquette numérique incomplète préexistante. Les clients disposent alors d'une donnée consolidée qui est essentielle, par exemple, pour l'établissement des plans de travaux et des plans d'action. À ce titre, le Groupe SOCOTEC s'est doté de la plateforme BLUECASTLE à la croisée des données collectées et des expertises métiers. BLUECASTLE permet, par exemple, d'établir des lois de vieillissement pour estimer une durée de vie typique pour chaque composant du bâtiment en fonction de l'année de mise en service, de l'état général, etc. Cela aide le client à faire des arbitrages pluriannuels sur les actions à mener sur l'ensemble des axes analytiques (plan d'investissement, prévision des travaux, etc.).

Check : à l'issue de la collecte, c'est la pertinence des données qui est vérifiée. Cette étape est polymorphe tant elle porte sur des données de nature différente. Il s'agit, par exemple, de vérifier que les prestations de maintenance relèvent bien du périmètre des contrats signés. Il s'agit encore de vérifier que les obligations réglementaires sont bien respectées en matière de révision et entretien des équipements. Il s'agit

de mener des tests de cohérence sur du BIM pour vérifier une multitude de choses (distance entre les prises électriques et les baignoires, tenue à jour de la maquette suite à des travaux, cohérence des réglages des équipements, complétude des plans de comptage, cohérence de la stratégie de travaux par rapport à l'état des équipements, etc.).

Trust : pour faire confiance à la donnée, il faut s'assurer qu'elle correspond bien à la réalité. Il s'agit alors de la compléter avec un regard externe de tiers de confiance. Dans le cas d'un diagnostic amiante (STA), par exemple, il faut s'assurer que la réalité est bien conforme avec ce qui est écrit dans le document. Idem avec des mesures de débit d'air. On procède alors à des mesures directes ou à des constats visuels.

Progress : « une fois la donnée collectée, structurée, complétée et fiabilisée, elle doit pouvoir être améliorée ». C'est en ces termes que Philippe Levy décrit cette dernière étape. L'amélioration peut porter sur différents aspects : saisie dans la maquette numérique des durées de vie typiques des composants (durée d'une fenêtre par exemple) afin d'anticiper les plans de travaux, optimisation des réglages et du suivi de la qualité de l'air permettant d'optimiser les remplacements des filtres, convergence des sources d'information afin de limiter les correctifs, etc. La donnée peut donc être améliorée pour générer d'importantes économies de temps et d'argent !

L'AVIS DE L'EXPERT

« ALORS QUE LES BÂTIMENTS NOUS PARLENT, IL FAUT APPRENDRE À TENDRE L'OREILLE POUR LES ÉCOUTER »

Philippe LEVY

Expert SOCOTEC

Directeur d'agence Construction & Digitalisation
SOCOTEC Construction et Immobilier

Bream-in-Use Assessor

GROUPE SOCOTEC

Alors que les bâtiments parlent de plus en plus, il nous faut donc apprendre à tendre l'oreille pour les écouter. Car la data du bâtiment est devenue une nouvelle manière d'évaluer la performance d'un actif. La valeur d'un bâtiment ne provient désormais plus uniquement de sa localisation, mais aussi de sa capacité à produire de la donnée qualifiée, structurée et authentifiée, avec des témoins et des valeurs de conformité rassurantes. Tout comme l'absence d'historique médical peut interroger un médecin sur votre état de santé, le manque de données et de documents regroupés dans une « data room » constitue un facteur de risque bien connu des investisseurs.

A l'inverse, une data room complète, où les documents ne révèlent aucune pathologie particulière, va rassurer sur la santé de l'actif immobilier et la nécessité de prévoir ou non des budgets à court terme. Pour répondre à ces enjeux, une approche simple et structurée, la démarche CCTP (Collect, Check, Trust and Progress) est envisageable. En voici les étapes :

1. Collecter

Beaucoup de clients ont du mal à collecter ou compléter la donnée immobilière. Et si l'opération est réalisée une fois, la difficulté réside alors dans sa tenue à jour au fil du temps. Chaque donnée est souvent incomplète, périmée voire parcellaire. De combien de chaudières je dispose sur mon patrimoine ? quel est leur état ? Le seuil de classement ICPE réglementaire a baissé à 1MW, quels sont alors mes sites concernés ? Comment vais-je négocier mon contrat d'entretien de chaudière si je n'en connais

pas le nombre, ni leur puissance ni leur état ? Le groupe SOCOTEC, en tant que tiers de confiance indépendant, aide précisément ses clients à sécuriser la collecte ou la complétude de ces données. On peut regrouper les données immobilières sous cinq angles :

- le BIM,
- les équipements,
- le bâti,
- les logiciels,
- et la documentation.

Ces angles métiers viennent en complément de missions réglementaires. Donnons ici quelques exemples pour illustrer notre proposition de valeur :

Le « BIM allégé » : les clients n'ont pas tous forcément un besoin poussé d'obtenir des maquettes BIM complètes. Dans ce cas, nous proposons une solution qui se trouve être aussi usuelle qu'une visite virtuelle de logement, il s'agit de la photogrammétrie. On réalise l'acquisition de données par des appareils simples voire un téléphone ou une tablette, et on y incruste de petites bulles appelées « points d'intérêt » qui donnent des informations utiles (ex. présence d'amiante sur un calorifuge). Chaque acteur (propriétaire, futur acquéreur, locataire, maître d'ouvrage) peut s'y « promener » en visite virtuelle et cliquer sur ces petites bulles pour obtenir l'information dont il a besoin. Les obligations réglementaires de cartographier l'amiante par exemple deviennent faciles (sans consulter un DTA de 300 pages) et sont immédiatement visuelles. Nous disposons également de solutions plus légères pour effectuer des plans 2D à l'aide d'un téléphone et d'un appareil spécifique, avec l'aide de nos opérateurs qui se promènent dans les locaux à vitesse normale et obtiennent ensuite un plan 2D très rapidement. Plan qu'on peut compléter éventuellement par des photos annotées et géolocalisées.

Ensuite, pour visualiser la donnée, on peut aller encore plus loin. Des solutions de « Réalité augmentée » se développent et SOCOTEC les utilise avec ses clients sur un nombre croissant de projets : lorsque le client souhaite comparer ce qu'il a acheté avec ce qui est construit, il peut aller sur site avec sa tablette et comparer en géolocalisation et en réalité augmentée, la situation réelle avec ce qui avait été prévu sur les plans. Le client peut ainsi constater à l'échelle du centimètre ce qui a été correctement posé ou pas, et détecter toute dérive par rapport au cahier des charges. L'outil permet de régler la transparence, d'afficher ou masquer certains calques (qu'on appelle des « couches ») ou les superposer, etc. En cas d'éventuel problème constaté, il est possible de prendre des photos, entourer le problème, le signaler en temps réel, etc.

La collecte de données permet aussi à nos clients de faire du « space planning ». Il nous suffit de récupérer un scan 3D pour modéliser les locaux en 3D. Nos équipes sont ensuite capables de calculer des jauges pour le mobilier et permettre aux clients de réaliser des simulations d'aménagement. La création de valeur réside ici dans l'économie de temps et d'argent grâce à l'optimisation des cloisonnements, des déménagements, etc. Par la suite, nous

viendrons contrôler que les travaux ont été faits selon le plan d'aménagement.

La collecte de la donnée consiste donc à faire des relevés sur site. Il est également possible d'enrichir ou de mettre à jour des informations préexistantes. C'est ce qu'on appelle du « rétro-BIM » et qui revient à reconstruire une maquette numérique pour le client. Et lorsque le client dispose d'une maquette préexistante incomplète ou non mise à jour, on est capable de la compléter (ex. l'état de dégradation des parois, marques, modèles, puissance des équipements, etc.). C'est vraiment une nouvelle facette du métier, qui s'apparente à la réalisation d'un inventaire technique plutôt qu'à un contrôle. Je parle ici d'un inventaire qualitatif, quantitatif, avec de la donnée intelligente liée à notre métier, des inventaires d'équipements et de la récupération de caractéristiques. On offre ainsi une nouvelle manière de visualiser les résultats de nos interventions à nos clients.

Lorsqu'on réalise la collecte, on peut prendre différentes informations à partir d'une palette de sources variées. Généralement, on distingue quatre types de sources :

1/ L'examen visuel sans instrumentation : on réalise un constat visuel en regardant si l'équipement a l'air en bon état. 2/ les mesures ou sondages destructifs : on vérifie l'état d'un composant par sondages ou mesures directes. 3/ la prise d'avis : on pose des questions aux utilisateurs. 4/ L'analyse documentaire : on consulte les conclusions des documents disponibles pour vérifier la conformité ou l'état de vétusté du composant.

Une collecte réussie est une collecte qui arrive à faire converger ces quatre sources d'information. Il en existe désormais une cinquième, assez inédite, qu'il faut également prendre en compte : l'équipement peut parler automatiquement ! Les équipements sont devenus intelligents. Auparavant, il fallait qu'un technicien vienne les visiter pour savoir si tout fonctionnait correctement. Maintenant, on dispose de GTB (Gestion Technique du Bâtiment) et de GTC (Gestion Technique Centralisée) qui sont capables de fournir automatiquement de la donnée. On distingue habituellement trois types d'usage de ces dispositifs : l'usage de base qui permet de consulter les alertes (remontées d'alarme). Dans des systèmes plus avancés on peut consulter les consommations, les périodes de fonctionnement et même piloter leurs réglages à distance. Beaucoup plus accessibles qu'auparavant, les écrans de GTB se sont vus simplifiés et plus accessibles, et peuvent désormais être reliés à une multitude d'objets dans des domaines divers et variés (chauffage, refroidissement, ventilation, eau chaude sanitaire, éclairage, etc.). Les équipements sont devenus intelligents et sont donc désormais capables d'émettre directement de la donnée fiable. Reste encore à savoir la récupérer puis l'interpréter.

Les acteurs du bâtiment se sont progressivement rendu compte qu'il y avait un écart entre ces GTB et les données du bâtiment. Ils ont eu l'idée de créer le BOS (Building Operating System). Le BOS est le point de liaison entre le bâtiment, ses équipements qui fournissent de la data, les GTB qui sont capables de prendre la main et le BIM.

Un BOS, il faut le voir comme un système d'exploitation. Il permet d'avoir un cœur dans lequel on est capable d'agréger un certain nombre de services qui vont évoluer autour de la solution, via des API (interfaces qui vont permettre de connecter des environnements différents (logiciels, applications, plateformes,...) afin de connecter les données entre elles).

SOCOTEC a créé un système de classification de la donnée rattachée au bâtiment qui vient compléter cette vision du BOS. Il s'agit d'un Asset Operating System. En résumé : SOCOTEC est capable de collecter, puis structurer de la donnée immobilière pour ses clients afin de leur donner une vision éclairée de l'état des composants.

2. Check

A l'issue de la collecte, il faut vérifier la pertinence des données. On vérifie, par exemple, que ce que paye le client dans le cadre de ses contrats de maintenance relève bien du périmètre desdits contrats. On peut analyser, par exemple, la complétude des éléments en fonction de ce que devrait avoir le client. On n'hésite pas à analyser jusqu'aux contrats. Il faut considérer qu'un bâtiment ou qu'un équipement, c'est comme une personne. Il faut surveiller sa santé différemment selon les âges de sa vie. Le bâtiment connaît des cycles. Il passe en effet par les phases de construction, exploitation, rénovation, démolition, achat et vente... Nous sommes capables d'analyser la pertinence de la donnée à chacune de ces phases de cycle de vie. La plupart des clients ont des difficultés à suivre les évolutions de la réglementation. Nous avons créé à cette fin des outils qui permettent d'automatiser une grande partie des questions que l'on peut se poser : avez-vous de la ventilation ? de la production de froid ? des chaudières ? etc. Les réponses sont ensuite filtrées dans une base d'obligations réglementaires tenue à jour. En ressort l'ensemble des obligations qu'ils doivent réaliser avec la périodicité, à qui incombe l'obligation, quel document doit être obtenu, etc. On peut ensuite comparer cette vision théorique avec ce que le client réalise déjà. On est alors en capacité d'en déduire les écarts potentiels et orienter le client sur son plan d'actions.

On est donc amené à effectuer la revue documentaire, laquelle s'avère très utile dans les phases d'acquisition pour évaluer la pertinence ou non d'un achat immobilier. Les documents, sont soit produits (DTA, etc.) soit analysés (présence, pertinence, validité, plan d'actions).

En résumé : après la collecte, on peut donc vérifier les données générées par différents prestataires. Typiquement, sur du BIM, on est capable de faire des tests de cohérence pour vérifier en un clic une multitude de paramètres (distance entre les prises électriques et les baignoires, maquette tenue à jour suite aux travaux). Mais cela peut également s'étendre à des équipements (cohérence des réglages, complétude des plans de comptage), ou des composants du bâti (état de vétusté réel, cohérence de la stratégie de travaux par rapport à l'état résiduel).

3. Trust

La donnée doit pouvoir être opposable. Pour s'en assurer, il va falloir vérifier jusqu'à quel point on peut faire confiance à la donnée. Par exemple, si l'on prend un rapport de diagnostic amiante avant travaux, comment savoir s'il est complet ? Idem avec des mesures de débit d'air. Les informations issues des documents seront donc comparées avec la réalité. Et si tous les documents utiles ne sont pas disponibles, SOCOTEC peut réaliser les mesures et/ou les constats visuels. Ceci permet d'offrir aux clients un autre niveau d'information qui leur permet de bénéficier d'un regard externe, celui du tiers de confiance indépendant, sur ce qui est conforme et ce qui est perfectible dans leur(s) bâtiment(s).

4. Progress

Une fois la donnée collectée, structurée, complétée et fiabilisée, elle doit pouvoir être améliorée. L'amélioration peut porter sur différents aspects : la saisie dans la maquette numérique de durées de vie typiques pour les composants (telle durée pour telle fenêtre) permettant d'anticiper les plans de travaux, l'optimisation des réglages et du suivi de la qualité de l'air permettant d'optimiser les remplacements de filtres, la convergence des

sources d'information de manière à limiter les correctifs, etc. Les gains attendus de ces améliorations sont multiples : réduction des risques, réduction des coûts induits, réduction du nombre de doubles saisies, etc. La donnée peut être améliorée, générant alors d'importantes économies de temps et d'argent.

Voilà pour la démarche CCTP développée par le Groupe SOCOTEC. Les clients présentent généralement trois niveaux de maturité concernant la data. Le premier niveau (environ 40 % de nos clients) est composé de néophytes absolus en matière de données. Les documents dont ils disposent sont parcellaires et en général au format papier. Tout ou partie de la donnée sur le bâtiment est perdue. Le niveau 2 (environ 50 % de nos clients) concerne les clients qui disposent à minima d'un stockage réseau. Les données sont structurées par différents logiciels et s'accompagnent généralement d'une GED. On trouve parmi ces clients, notamment des gestionnaires de patrimoine immobilier. Les property-managers n'hésitent pas à descendre jusqu'aux documents et à la complétude car leur métier est de ne pas faire perdre de la valeur à l'asset manager. Cette catégorie de clients a en effet besoin d'un tiers de confiance pour garantir la pérennité de la valeur de leurs actifs. C'est en particulier lors des passages de témoin (achat-vente, changement de Syndic, de prestataires, etc.), qu'il est important de s'assurer de conserver la donnée, laquelle appartient à l'immeuble lui-même. Enfin, le niveau 3 (environ 10 % des clients) est composé de visionnaires, qui ont pris de l'avance notamment dans le BIM parce qu'ils y ont trouvé du sens, de l'intérêt et qu'ils ont su s'organiser en interne comme en externe pour gérer au mieux la donnée. Ils ont également pris à bras le corps la problématique informatique associée au BIM : choix des logiciels adaptés aux prix les plus justes, espaces de stockage pour la maquette et les documents associés, etc. Le Groupe SOCOTEC accompagne ces clients visionnaires dans l'amélioration de leur maturité en optimisant avec eux leur stratégie BIM sur le long terme.

D'une manière générale, tout le monde veut de la donnée sur le bâtiment, mais personne n'est prêt à la partager, notamment quand on arrive aux sujets juridiques. La maquette BIM porte en elle un bel exemple de sujet juridique relatif à la propriété de la donnée intellectuelle : l'architecte peut légitimement considérer que la maquette numérique lui appartient car c'est lui qui a dessiné le bâtiment, mais il en va de même pour le constructeur qui a construit le bâtiment, le client qui a acheté le bâtiment, le bureau de contrôle qui a rempli les documents sur la maquette, etc. Finalement, on se retrouve avec le BIM dans une forme de conglomérat d'acteurs (« contributeurs ») qui pose la question centrale du partage : Qu'est-ce qu'il est possible de partager et avec qui ?

Il existe trois niveaux de partage : le premier niveau concerne le partage interne au client. La donnée reste chez ce dernier et n'en sort que s'il le décide. Le deuxième niveau concerne le partage que le client fait avec les autres parties prenantes au projet. Il peut choisir de le faire volontairement, lorsqu'il veut montrer qu'il est certifié par exemple. Il peut aussi être contraint de le faire d'un point de vue réglementaire. Le troisième niveau concerne l'« Open Data » : les

données accessibles via des bases de données en ligne ouvertes au public. C'est récemment, que différents prestataires poussés par la disponibilité des données proposées gratuitement par l'Etat, se spécialisent dans la consolidation et le croisement d'un ensemble de bases de données et en donne l'accès de manière gratuite ou payante. Cela peut concerner par exemple le calcul automatique de la proximité des transports, l'historique d'achat des biens immobiliers sur un plan cadastral, le niveau de bruit, la présence d'antennes de téléphonie mobile, etc. Citons par exemple le site etalab.gouv.fr qui donne les prix de vente et les surfaces des biens immobiliers des dernières transactions réalisées dans le quartier. L'Open Data ne veut pas forcément dire que les données sont gratuites ou qu'on peut en faire ce qu'on veut. Par Open Data, il faut entendre ici données consolidées sur le bâtiment avec des niveaux de confiance plus ou moins forts selon les sources.

En définitive, les données sont essentielles à tous les acteurs du bâtiment. Elles proviennent de sources multiples, rendant plus complexe leur maniement. Pour devenir sources de valeur, les

données doivent être :
captées, collectées, structurées, inscrites sur des formats interopérables, complètes, vérifiées, enrichies, stockées... Au-delà de ces défis, il reste encore à accompagner l'ensemble des acteurs dans l'appropriation de ces nouvelles méthodes de travail. Ce qui est sûr, c'est que le futur du bâtiment dont l'existence est physique, sera de plus en plus digitalisé à l'aide de jumeaux numériques. A nous tous de contribuer à aller vers cette transition.



L'analyse de la data

**L'ANALYSE DE LA DATA FAIT
INTERVENIR L'HUMAIN
(LE DATA SCIENTIST) ET
LA MACHINE (MACHINE
LEARNING PUIS IA).
L'UN ET L'AUTRE SONT
EN INTERACTION
PERMANENTE ET EN
CONSTANTE ÉVOLUTION.**

LE RÔLE CLÉ DU DATA SCIENTIST

Pour Raphaël Leclercq, le data scientist est non seulement celui qui « tire des conclusions à partir de jeux de données spécifiques » mais aussi celui qui, par les algorithmes qu'il développe, « permet de déployer la data en production ». Le métier de data scientist est un poste clé dans les entreprises. Il consiste à collecter, traiter, analyser et interpréter les données afin de générer de la valeur ajoutée. Le data scientist se charge de traduire les problématiques business en problèmes statistiques, afin de fournir des rapports permettant d'orienter les prises de décision⁸. En un mot, il sait faire parler la data ! Il est de ce fait amené à travailler en interaction avec d'autres équipes métiers.

Le métier de data scientist requiert des compétences générales évidentes telles que de bonnes connaissances en mathématiques et en statistiques. Le data scientist doit aussi avoir des compétences techniques avancées en informatique, en programmation et en analyse de données. Ces compétences sont en constante évolution. De plus, le data scientist doit être capable de travailler en équipe et de communiquer clairement les résultats de ses analyses. À cela s'ajoutent des compétences spécifiques au secteur du bâtiment : connaissances en génie civil, en mécanique des fluides, en modélisation et simulation numérique, et en analyse du cycle de vie. Raphaël Leclercq parle de collaborateurs « IA+X », c'est-à-dire de personnes ayant une double-expertise à la fois en Data Science et en Intelligence artificielle (IA), mais aussi en expertise métier (mécanique, génie civil, physique, etc.). C'est cette double-expertise qui permet au data scientist de se révéler décisif lorsqu'il s'agit d'optimiser les performances techniques, énergétiques, environnementales des bâtiments, mais aussi de prolonger leur durée de vie, de garantir la sécurité des personnes, de respecter les normes et réglementations en vigueur, etc. Pour toutes ces raisons, les perspectives d'emploi pour les data scientists sont prometteuses dans le secteur du bâtiment !

⁸ MichaelPage (2023), Fiche métier : Data Scientist. (<https://www.michaelpage.fr/advice/metiers/systemes-dinformation/fiche-m%C3%A9tier-data-scientist>) consultation du 01/03/2023.

L'AVIS DE L'EXPERT

« L'ORIGINALITÉ DE NOTRE DÉMARCHE, C'EST FINALEMENT D'ASSOCIER LES COMPÉTENCES DES DATA-SCIENTISTS À CELLES DES INGÉNIEURS DANS LE TRAITEMENT DES DONNÉES »

Gauthier MAGNAVAL

Expert SOCOTEC

Responsable R&D SOCOTEC Monitoring France

GROUPE SOCOTEC

SOCOTEC Monitoring est une filiale du Groupe SOCOTEC spécialisée dans l'installation de capteurs sur les infrastructures pour surveiller leur état de santé, et de réaliser le traitement des données qui en sont issues. SOCOTEC Monitoring est capable de traiter des sujets variés relevant des secteurs de l'industrie, de l'énergie, du bâtiment, des infrastructures, etc.

Quand on parle de data pour les bâtiments et pour les infrastructures, on pense surtout aux techniques de traitement des données et en particulier à l'intelligence artificielle (IA) et au machine learning (apprentissage machine). Durant ces 10 à 15 dernières années, ces techniques ont déjà été largement utilisées dans d'autres métiers. Elles ont bénéficié de l'important travail réalisé par les GAFAM. Bien qu'étant d'abord dédiées aux métiers high-tech, ces techniques se sont progressivement étendues à des industries low-tech (notamment les industries des infrastructures et du bâtiment). C'est précisément le projet de SOCOTEC Monitoring : utiliser ces nouvelles techniques qui ont fait leurs preuves ailleurs et les appliquer tout en les adaptant aux infrastructures et aux bâtiments. Évidemment, cela soulève des problématiques originales, qui n'ont rien à voir avec celle de l'IA appliquée à la finance ou à l'assurance par exemple.

Nous ne sommes pas positionnés sur la recherche fondamentale de développement de nouveaux algorithmes. Il y a d'ailleurs dans ce domaine des chercheurs de talent qui développent des algorithmes de pointe. Pour notre part, nous sommes davantage dans la recherche appliquée puisque nous adaptons aux infrastructures et au bâtiment ces techniques ayant fait leurs preuves. Notre proposition de valeur est là. Nous sommes capables de comprendre les algorithmes, sans les redévelopper nous-mêmes, et de les appliquer aux infrastructures et aux besoins des ingénieurs de la construction. L'originalité de cette démarche, c'est finalement d'associer les compétences des data-scientists à celles des ingénieurs, qui sont des experts-métiers, dans le traitement des données (exemple : les techniques de traitement de données, d'IA et de machine learning appliquées au génie civil). On appelle ce type de profil hybride, les « IA+X » pour désigner les compétences en IA associées aux compétences métiers. Cette manière d'allier les compétences permet de faire un lien entre deux mondes assez différents et s'avère finalement efficace pour bien appréhender les problématiques de nos clients sur le terrain.

Les données peuvent être produites à partir de capteurs. Elles sont

variées : données topographiques, données d'accéléromètre, données de fibre optique, données d'inclinomètre, etc. On dispose de capteurs très différents pour des usages eux aussi différents. On développe également des capteurs IoT (Internet of Things) en lien avec les objets connectés. Ce sont des capteurs sans fil qui envoient la donnée directement via Internet. Avec leur accord, on peut utiliser aussi les données de nos clients quand ils en disposent et qu'ils les partagent (données d'inspection visuelle, données d'essais non destructifs, données machines, données extraites d'un CRM, données commerciales, etc.). On travaille enfin sur de l'Open Data, c'est-à-dire une donnée en libre accès. L'État français encourage cette évolution et pousse les entreprises à utiliser cette data. De nombreuses bases de données, exploitables par tout un chacun, ont ainsi émergé. Ce sont des données qu'on va récolter : données extraites de Météo-France (températures, pluviométrie), données de l'IGN, données du BRGM, données BSS (Banque du Sous-Sol) pour tout ce qui est géologique, données de la base de données nationales du Bâtiment, etc.

Notre proposition de valeur consiste à proposer un service complémentaire par rapport aux services dits « classiques ». Généralement, le cahier des charges est établi directement avec le client. Il est rare qu'un client arrive avec un cahier des charges totalement construit au préalable. On part d'une problématique avec le client et on voit comment on peut monter graduellement en qualité et précision. Étant donné qu'on est en présence de techniques assez nouvelles dans ce secteur, on a d'abord besoin de démontrer la faisabilité avant de passer à plus grande échelle et industrialiser la démarche. L'approche est incrémentale : d'abord, on montre la puissance de la donnée puis, si le client est satisfait, on va graduellement généraliser, passer à l'échelle et aller vers un processus d'industrialisation.

L'offre Data est en en évolution permanente et SOCOTEC est pionnier sur les data du bâti.

Il existe plusieurs techniques de traitement des données.

Il y a d'abord la technique du « jumeau numérique ». C'est l'une des plus demandées. Lorsqu'on parle de jumeau numérique, on intègre trois composants indispensables : 1/ avoir un objet physique particulier et non générique qu'on cherche à modéliser (un bâtiment, une infrastructure). 2/ avoir un modèle, que ce soit à géométrie simple, à nuage de points, en BIM, aux éléments finis, etc. 3/ disposer d'une interconnexion entre l'objet physique et le monde virtuel. Par interconnexion, j'entends ici la possibilité d'avoir un échange d'informations entre l'objet physique et le modèle. Dans l'idéal, on devrait pouvoir cliquer directement sur le capteur visualisé dans la maquette numérique pour accéder à la donnée envoyée en temps réel par le capteur installé sur l'objet physique. Chez SOCOTEC Monitoring, on a développé une preuve de concept allant dans ce sens.

Le jumeau numérique permet tout d'abord de centraliser les données et de disposer d'une base de données unique qu'on va pouvoir partager entre tous les acteurs de la profession. Il permet ensuite d'aider à la décision, et ce à toutes les phases du cycle de vie d'une infrastructure ou d'un bâtiment. On peut l'utiliser pour faire des prédictions, pour simuler certains scénarios, pour faire de l'analyse de fiabilité, etc. Toutes ces thématiques peuvent être regroupées en une seule : aider le gestionnaire à prendre la meilleure décision et à mieux connaître son infrastructure ou son bâtiment.

Enfin, autre avantage du jumeau numérique et non des moindres, il permet de contrôler le modèle numérique et de le corriger le cas échéant. Pour un modèle simple, on fait des hypothèses de modélisation. Dans le cas du jumeau numérique, on utilise la donnée issue du monde physique. Avec ces données, on peut donc calibrer le modèle de manière à ce que ses résultats correspondent parfaitement aux données qui sont renvoyées par les capteurs. Par exemple, le jumeau numérique d'une paroi moulée sur une gare du Grand Paris Express nous a permis de corriger l'inclinaison de la paroi qui était inscrite dans le modèle afin qu'elle corresponde exactement

à la valeur envoyée par le capteur. Les erreurs faites par le modèle sont largement diminuées.

Il y a la technique de la « Computer Vision » (vision par ordinateur). Il s'agit d'utiliser des techniques d'IA pour faire de la détection et de la reconnaissance automatique des images (photographies, images satellitaires, flux vidéo). Faire de la reconnaissance, c'est disposer d'un algorithme qui va effectuer la même tâche que celle que peut réaliser un être humain : détecter automatiquement un objet sur une image et le caractériser. Pour donner un exemple concret, on a appliqué cette technique pour aider nos inspecteurs de ponts à réaliser leurs inspections. À partir des photos des inspecteurs, les algorithmes ont été capables d'indiquer les défauts qu'ils ont identifiés (fissure, corrosion, végétation, écoulement, etc.). L'objectif de cette technique, c'est de venir en appui à l'inspecteur sur le terrain, de faire en sorte que son travail soit plus rapide, plus fiable, d'automatiser ce qui peut l'être lors de l'inspection, d'élargir aux prises de vues par drones, etc. Il faut être conscient qu'on a toujours besoin d'une expertise humaine cependant. Il se trouve qu'aujourd'hui l'inspecteur doit prendre des photos quand il réalise ses inspections. On rajoute simplement une surcouche avec un algorithme qui tourne en arrière-plan pour l'aider à faire sa détection, voire à préremplir une base de données.

La question, au fond, c'est jusqu'où peut aller l'IA ? L'IA, sur le principe, c'est le fait de reproduire avec des algorithmes ou avec des robots, les tâches qui sont généralement associées à l'intelligence humaine : prise de décision, vision, parole, compréhension d'un langage, etc. Le champ de l'IA le plus développé aujourd'hui est le « machine learning » (ML), basé sur le concept d'apprentissage. Contrairement aux modèles physiques où l'on a des équations physiques qui décrivent la réalité, dans le cas du machine learning, on a des modèles génériques qui vont s'adapter aux bases de données qu'on leur fournit. Ces derniers modèles sont dits « statistiques » parce qu'ils sont évolutifs en fonction des données reçues. Dans la technique de Computer Vision, l'algorithme ne sera capable de détecter le défaut que si on lui a donné au préalable un grand nombre de photographies d'un grand nombre d'inspecteurs. Alors que dans le modèle physique on définit des règles caractérisant une fissure, par exemple.

Il y a aussi la technique de la « détection d'anomalie » en temps réel. À partir des données envoyées en temps réel par les capteurs installés (toutes les 20 minutes pour un inclinomètre par exemple), on obtient des séries temporelles. L'idée c'est de pouvoir déclencher une alerte quand une anomalie se présente. Pour déterminer ce qu'est exactement une anomalie, on peut définir un seuil. Sauf que cette approche est assez limitée. Dans la réalité, il faut en général tenir compte de phénomènes différents. L'IA montre alors toute sa puissance, car elle est capable d'assimiler et de traiter un grand nombre de données. La fiabilité du traitement fait par l'IA va beaucoup dépendre de la qualité et de la quantité des données utilisées. Il faut savoir que l'être humain sait généraliser à partir de quelques exemples. Il peut ainsi facilement extrapoler. C'est quelque chose que ne peut pas faire l'IA. Les algorithmes sont très « naïfs » et n'ont aucune capacité à contextualiser. C'est pour cette raison qu'on a besoin d'un très grand nombre de

données. Et c'est bien la limite de l'IA. En cas de manque de données, les algorithmes ne vont pas fonctionner de manière optimale. Voilà aussi pourquoi on a toujours besoin d'un ingénieur pour contrôler ce que fait une IA. D'où l'importance de la démarche initiée par SOCOTEC Monitoring qui consiste à mêler des expertises d'ingénieurs et des expertises de data scientist. Les modèles d'IA aident les ingénieurs. Quant aux ingénieurs, ils contrôlent les modèles IA.

La technique de la « maintenance prédictive » est un sujet très important également dans les infrastructures et les bâtiments. C'est la stratégie la plus évoluée pour aider à l'optimisation des plans de maintenance. Lorsque l'on optimise un plan de maintenance, plusieurs stratégies sont envisageables. La stratégie la plus simple, qui ne fait appel à aucune IA, est la stratégie de maintenance corrective. On attend que le problème se déclare pour intervenir. Il y a ensuite la stratégie de maintenance systématique. C'est ce qui se pratique, par exemple, dans le cas des ascenseurs. On programme à intervalles réguliers des opérations de maintenance, quel que soit l'état de l'infrastructure ou du bâtiment. Beaucoup d'interventions peuvent s'avérer inutiles. La stratégie de la maintenance conditionnelle va plus loin, car on déclenche une action de maintenance à la suite d'une information envoyée par l'infrastructure ou le bâtiment. On rentre alors dans les métiers de SOCOTEC Monitoring. Cela peut être une information d'inspection visuelle ou (surtout) une information de capteurs. Avec la stratégie de la durée de vie résiduelle, on commence à mobiliser l'IA. Cette dernière va absorber tout l'historique des données disponibles sur les infrastructures et les bâtiments pour calculer une durée de vie résiduelle, c'est-à-dire le temps restant entre l'instant présent et le moment où la défaillance se produira. On peut ainsi anticiper le moment où l'infrastructure ou le bâtiment ne pourra plus exercer ses fonctions de bases. Enfin, la maintenance prédictive est la stratégie la plus évoluée pour optimiser les plans de maintenance. Elle intervient lorsqu'on a déjà calculé les durées de vie résiduelles de toutes les infrastructures et bâtiments d'un parc bâti. En combinant toutes ces informations, cette stratégie permet de prioriser, de choisir quelle action de maintenance doit être effectuée, sur quelle infrastructure et à quel moment. Enfin, ce qui est remarquable, c'est la possibilité d'intégrer différentes contraintes dans le plan de maintenance : sécuritaire, économique (on essaie évidemment de toujours minimiser le budget des opérations de maintenance), de planning, énergétique, écologique (le coût équivalent carbone de la maintenance prédictive est toujours réduit par rapport aux autres stratégies de maintenance).

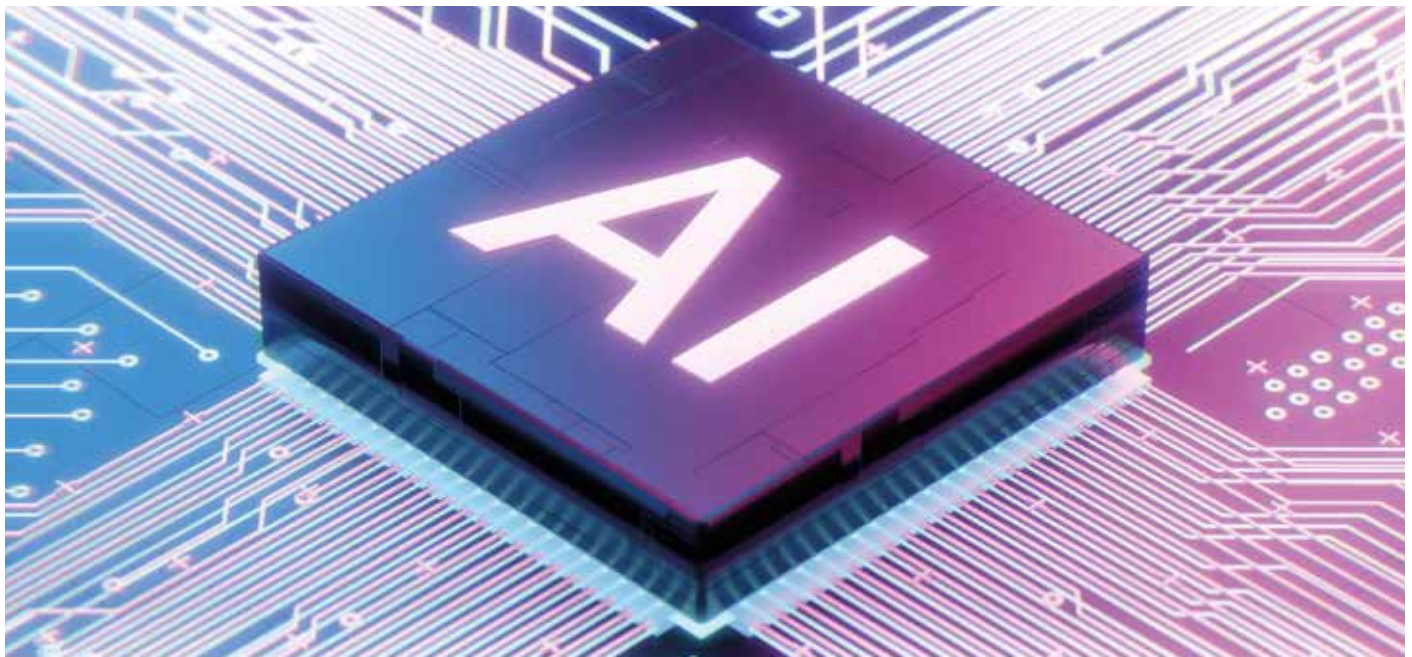
Il faut attirer l'attention sur le fait qu'avec l'IA, et en particulier le machine learning, cela fonctionne beaucoup sur le principe de la « boîte noire ». C'est-à-dire qu'on ne maîtrise pas exactement ce que fait l'algorithme, ni la manière dont il apprend à partir des données, ni même comment il prend sa décision. En cela, c'est très différent des modèles physiques où tout est contrôlé par les équations retenues. Cela pose un vrai problème dans nos métiers où beaucoup d'informations sont sensibles. On a d'ailleurs la même problématique dans le médical. On ne peut pas se permettre d'avoir un modèle qu'on ne maîtrise pas

et qui peut, à tout instant, produire un résultat potentiellement absurde qu'on ne saura pas expliquer. C'est pour ça que l'IA « explicable » s'est développée ces dernières années. C'est-à-dire qu'on améliore notre capacité à expliquer comment l'algorithme a pu produire tel résultat.

Il ne faut pas confondre les données que nous traitons dans le bâtiment avec la Big Data. Dans notre secteur d'activité, la donnée coûte cher, elle est difficile à récupérer. C'est très différent des GAFAM qui récupèrent de la donnée à chaque clic d'utilisateur d'Internet. Pour les infrastructures et pour le bâtiment, il faut poser un capteur, envoyer un technicien sur place, réaliser des essais. Fatalement on en collecte beaucoup. On parle alors de Small Data.

Enfin, il y a le sujet de la sécurisation de la donnée. Nous hébergeons nos bases de données chez un hébergeur d'envergure très sécurisée. La sécurisation totale des données ainsi que des connexions sont garanties, mais il faut veiller à ce que les données soient hébergées sur des serveurs en Europe pour relever uniquement du droit européen et non américain. Pour nos clients qui souhaitent encore davantage sécuriser leurs jeux de données, nous sommes en mesure de monter des bases de données sur des serveurs locaux en interne chez eux.

Il y a beaucoup d'entreprises spécialisées dans la data. Par rapport au Groupe SOCOTEC, certaines peuvent avoir un temps d'avance au niveau technique (IA), mais toutes ont un temps de retard au niveau de l'ingénierie, là où SOCOTEC est en pointe. Ces entreprises auront beaucoup de mal à convertir leur avance technique parce qu'elles ne connaissent pas les problématiques métiers de nos clients. Elles connaissent l'outil technique, mais pas les besoins du secteur d'activité. Nos clients ne sont pas en mesure de construire un cahier des charges en donnant une problématique data ou IA. C'est pourquoi, chez SOCOTEC Monitoring, nous construisons avec nos clients le cahier des charges que nous convertissons ensuite en problématique Data. Ce travail complexe est notre proposition de valeur. Nous avons un temps d'avance précisément sur cette combinaison fine entre expertise data et expertise métiers.



LA PLACE DE L'IA DANS LE SECTEUR DU BÂTIMENT

L'Intelligence artificielle (IA) est une technique de traitement de données qui a déjà largement été utilisée dans d'autres secteurs (comme dans la finance ou l'assurance par exemple). C'est à l'origine une branche de l'informatique qui se concentre sur la création de systèmes et d'algorithmes capables de simuler une forme d'intelligence humaine. A l'heure des Chatgpt (Open AI) et autres Google Bard, chacun arrive désormais à se faire une idée du potentiel des IA : reconnaissance de la parole, compréhension du langage naturel, prise de décision, planification, interprétation et résolution de problèmes, apprentissage automatique (machine learning), etc.

Initialement réservées aux métiers high-tech (GAFAM), ces techniques et savoirs se sont progressivement étendues à des industries low-tech (notamment aux industries des infrastructures et du bâtiment). Dans le secteur du Bâtiment, l'IA se réfère à l'utilisation de systèmes et d'algorithmes informatiques pour aider à la gestion des données liées à la construction, l'exploitation, la maintenance et la sécurité des bâtiments et des infrastructures. Pour l'expert en génie civil Gauthier Magnaval, responsable de la recherche et développement de SOCOTEC Monitoring France, tout l'enjeu

consiste « à adapter ces nouvelles techniques qui ont fait leurs preuves ailleurs, aux infrastructures et au bâtiment ». Il s'agit donc de comprendre les algorithmes de l'IA, de les adapter afin de les appliquer à des activités très orientées ingénieurs. Cela inclut l'utilisation de capteurs IoT pour recueillir des données sur les performances des bâtiments, l'analyse de données pour identifier les problèmes et les améliorations potentielles, et la création de modèles prédictifs pour optimiser la gestion des ressources et la sécurité des bâtiments.

Le projet de l'équipe Data de SOCOTEC Monitoring France, par exemple, consiste à utiliser les techniques éprouvées de l'IA pour résoudre des problèmes uniques liés aux infrastructures et au bâtiment. La proposition de valeur de l'équipe est d'aller vers les clients de SOCOTEC pour leur offrir un service complémentaire par rapport aux services classiques. Ils établissent un cahier des charges avec les clients et travaillent sur la faisabilité des projets avant de passer à une plus grande échelle. En combinant les compétences des data scientists et des ingénieurs métiers, les équipes Data arrivent à utiliser les données de manière efficace et décisive pour améliorer les performances des bâtiments, l'efficacité énergétique, réduire les coûts, optimiser la maintenance, améliorer la sécurité et la durabilité des bâtiments, etc. Par exemple, en utilisant des capteurs pour collecter des données sur les performances des équipements et des systèmes, les algorithmes de l'IA peuvent détecter les anomalies et les défaillances avant qu'elles ne deviennent un problème majeur. Ils peuvent également aider à optimiser les systèmes de chauffage, de ventilation et de climatisation pour réduire la consommation d'énergie et les coûts.

Figure 4 : Les deux principaux types d'algorithmes de Machine Learning

Source : Oracle.com (2022), Qu'est-ce que le Machine learning ? (<https://www.oracle.com/fr/artificial-intelligence/machine-learning/what-is-machine-learning/>), consultation du 02/03/2023

Les algorithmes de machine learning supervisé sont les plus utilisés dans le domaine de l'IA. Ils sont basés sur l'apprentissage avec un guide, où un data scientist enseigne à l'algorithme les conclusions qu'il doit tirer. C'est similaire à un enfant qui apprend à reconnaître les fruits en les mémorisant à partir d'un imagier. L'apprentissage supervisé utilise un jeu de données étiqueté et dont le résultat est connu pour entraîner l'algorithme.

Parmi les exemples d'algorithmes de machine learning supervisé, on peut citer la régression linéaire et logistique, la classification en plusieurs catégories et les machines à vecteurs de support.

Machine Learning supervisé

Le machine learning non supervisé est une méthode d'apprentissage automatique qui permet à un ordinateur d'identifier des processus et des schémas complexes sans l'aide constante et rigoureuse d'un guide humain. Contrairement au machine learning supervisé, cette approche n'utilise pas de données étiquetées ou avec des résultats prédéfinis.

Pour illustrer cette méthode, on peut prendre l'exemple d'un enfant qui apprend à identifier un fruit en observant les couleurs et les motifs plutôt qu'en mémorisant les noms avec l'aide d'un enseignant. L'enfant cherche des similitudes entre les images et les sépare en groupes, en attribuant à chaque groupe sa propre étiquette. De même, en machine learning non supervisé, l'algorithme cherche des similitudes entre les données non étiquetées et les regroupe en clusters en fonction de leurs caractéristiques communes.

Les algorithmes de machine learning non supervisé les plus couramment utilisés incluent la mise en cluster de k-moyennes, l'analyse de composants principaux et indépendants, ainsi que les règles d'association. Cette méthode est largement utilisée dans de nombreux domaines tels que la reconnaissance de motifs, la segmentation de marché, la détection d'anomalies et la recommandation de produits.

Machine Learning non supervisé

LE MACHINE LEARNING AU SERVICE DES ENTREPRISES DU BÂTIMENT

Le machine learning (ML), ou apprentissage automatique en français, est une sous-catégorie de l'intelligence artificielle qui permet aux ordinateurs d'apprendre à partir des données sans avoir été explicitement programmés à cet effet. Nous faisons l'expérience du ML dans nombre d'activités de la vie courante : lorsque nous interagissons avec les banques, achetons en ligne ou utilisons les médias sociaux, des algorithmes de ML entrent en jeu pour apprendre à connaître, optimiser, fluidifier, sécuriser notre expérience... et se la rappeler !

Dans le domaine du Bâtiment et des données immobilières, le ML consiste à utiliser des algorithmes pour découvrir des motifs récurrents dans les données et les exploiter pour prédire des comportements futurs ou améliorer les performances des systèmes existants. Le fonctionnement du ML dans le domaine du Bâtiment commence par l'acquisition de données provenant de capteurs, de compteurs et d'autres sources. Ensuite, ces données sont nettoyées, structurées et préparées pour l'analyse. Les algorithmes de machine learning sont ensuite appliqués aux données pour détecter des motifs et des relations cachées qui peuvent être utilisés pour prédire des comportements futurs tels que la consommation d'énergie ou les taux d'occupation des bâtiments. Les deux principaux types d'algorithmes de ML utilisés dans le Bâtiment sont l'apprentissage supervisé et l'apprentissage non supervisé. La différence entre les deux se définit par la méthode employée pour traiter les données afin de faire des prédictions (figure 4).



Les applications du ML dans le Bâtiment sont nombreuses, mais l'un des principaux avantages est l'amélioration de la prise de décision des acteurs du Bâtiment. Par exemple, disposer de prévisions de consommation d'énergie plus précises permet aux gestionnaires de bâtiments de mieux planifier leur consommation et de réduire les coûts.

Voici quelques exemples d'approches du machine learning qui pourrait être utiles dans le domaine du Bâtiment :

- Valeur du cycle de vie des clients : cette approche permet d'analyser les données des clients (par exemple les propriétaires des bâtiments) afin de prédire les coûts et les besoins de maintenance à long terme. Cela aide les entreprises de la Construction à fournir des services plus efficaces et rentables, ainsi qu'à établir des relations de confiance avec leurs clients.
- Détection d'anomalie en temps réel : la surveillance continue des données en temps réel envoyées par les capteurs installés (données topographiques, d'accéléromètre, de fibre optique, d'inclinomètre, de vibromètre, d'acoustique, etc.) peut permettre d'identifier des anomalies. Pour ce faire, un seuil peut être défini pour alerter les ingénieurs en cas de dépassement. Toutefois, cette approche ne prend pas toujours en compte la complexité des phénomènes à surveiller. Le ML peut être utilisé pour détecter de manière plus fiable et prédictive des anomalies en assimilant et en traitant de grandes quantités de données. Cependant, les algorithmes du ML ont besoin d'un grand nombre de données pour être efficaces et sont donc considérés comme « naïfs ». C'est pourquoi il est essentiel de combiner l'expertise des ingénieurs et des data scientists pour apporter une expertise métier à l'analyse et produire un modèle d'analyse significatif.
- Maintenance prédictive : approche qui vise à optimiser les plans de maintenance en prédisant les défaillances potentielles des infrastructures et bâtiments. Elle utilise des stratégies plus avancées que la maintenance corrective ou systématique, en se basant sur des informations envoyées par les capteurs pour déclencher des actions de maintenance conditionnelle. Le ML est également utilisé pour calculer la durée de vie résiduelle des infrastructures et bâtiments, et pour prioriser les actions de maintenance en

fonction de différentes contraintes telles que la sécurité, les coûts, le planning, et l'écologie.

- Tarification dynamique : cette approche permet de fixer les prix des services en fonction de la demande et de l'offre en temps réel. Les entreprises de la Construction peuvent ainsi optimiser leur rentabilité et mieux gérer les fluctuations du marché.
- Computer Vision ou Data Visualisation : cette approche permet de faire de la détection et de la reconnaissance automatique des images (photographies, images satellitaires, flux vidéo). Détectés automatiquement par l'algorithme, les objets sont caractérisés. Par exemple, à partir des photos réalisées par les inspecteurs, les algorithmes indiquent les défauts qu'ils ont identifiés (fissure, corrosion, végétation, écoulement, etc.) des images de construction pour identifier des défauts de qualité ou des anomalies. Cela aide à améliorer la qualité des projets, à réduire les coûts de réparation et à minimiser les risques pour la sécurité.
- Moteurs de recommandation : cette approche est utilisée pour recommander des matériaux de construction en fonction des besoins spécifiques de chaque projet.

Malgré ses grands avantages, le ML appliqué au bâtiment présente également des limites.

L'une des principales limites est la qualité et la quantité de données collectées. Les algorithmes de ML ne peuvent apprendre que des données qu'ils reçoivent, il est donc essentiel d'avoir des données fiables, de qualité, de nature diversifiée et en quantité suffisante. Cependant, les données coûtent cher dans le bâtiment. Elles sont le plus souvent difficiles à récupérer et à préparer. On parle alors de « Small Data » dans le bâtiment, par opposition au « Big Data » opéré par les GAFAM.

Se pose aussi la question de la sécurisation des données collectées. C'est un enjeu crucial pour les acteurs du Bâtiment. Les entreprises qui utilisent l'IA et le machine learning doivent veiller à la sécurisation de leurs bases de données, notamment en choisissant des hébergeurs qui garantissent la sécurité totale des données et des connexions. Il est également important de veiller à la localisation des serveurs pour relever uniquement du droit européen (et non américain par exemple) afin de garantir la sécurité des données et leur non-utilisation par des états ou personnes non autorisées.

Le machine learning peut souvent susciter une vision fantasmée qui peut mener à une mauvaise utilisation de cette technologie. Il est important de souligner que le machine learning ne peut pas remplacer intégralement l'expertise humaine, mais plutôt être considéré comme un outil d'aide à la décision pour les professionnels du Bâtiment. Gauthier Magnaval insiste sur ce point en expliquant que « l'idée, c'est d'aider l'inspecteur, pas de le remplacer ou de transformer radicalement son métier ». L'objectif de cette technique est de fournir un soutien à l'inspecteur, d'accélérer et de rendre plus fiable son travail, d'automatiser certaines tâches lors de l'inspection, d'utiliser des prises de vues aériennes par drones, etc.

Enfin, le machine learning manque de transparence. Il est d'ailleurs souvent comparé à une « boîte noire ». En effet, excepté le data scientist,

nul ne sait exactement comment l'algorithme du machine learning apprend à partir des données, ni comment il prend ses décisions, ce qui peut poser des problèmes dans des domaines sensibles comme le médical ou le bâtiment. C'est pourquoi les équipes en charge de ces questions développent des IA « explicables » dans le but d'améliorer notre capacité à expliquer comment l'algorithme a produit un résultat donné. À cet effet, une activité nouvelle émerge, celle d'audit des algorithmes, qui permettra in fine d'optimiser l'explicabilité et le caractère décisif de l'analyse de la donnée.



Du BIM au jumeau numérique

QUELLE SERA LA PROCHAINE ÉTAPE DE LA RÉVOLUTION NUMÉRIQUE DANS LE BÂTIMENT ? LE JUMEAU NUMÉRIQUE POURRAIT BIEN ÊTRE LA RÉPONSE POUR AMENER LE BIM À UN NIVEAU SUPÉRIEUR. **CETTE APPROCHE NOVATRICE PERMET D'INTÉGRER L'OBJET PHYSIQUE ET LE MODÈLE NUMÉRIQUE DE MANIÈRE INTERACTIVE, CENTRALISANT LES DONNÉES ET AMÉLIORANT LA FIABILITÉ DES PRÉVISIONS.**

COMMENT LE BIM RÉVOLUTIONNE LE MONDE DU BÂTIMENT

Dans le Bâtiment, la numérisation a révolutionné la façon dont les projets sont conçus, exécutés et entretenus. L'un des principaux moteurs de cette transformation, nous l'avons déjà évoqué, est le BIM (Building Information Modeling), une méthode qui permet de créer des modèles numériques en 3D de bâtiments et d'infrastructures, en utilisant des logiciels spécifiques. Le BIM a permis une collaboration accrue entre les différents acteurs du secteur du bâtiment, y compris les architectes, les ingénieurs, les entrepreneurs, les sous-traitants et les propriétaires, en facilitant le partage des informations et en permettant une communication plus fluide entre les parties prenantes. Cette approche de travail a considérablement amélioré l'efficacité et la précision des projets de construction, réduisant les coûts et les délais, tout en améliorant la qualité et la durabilité des bâtiments. Dans ce contexte, il est important de comprendre les avantages du BIM et de l'intégrer dans la planification et la réalisation des projets de construction pour répondre aux exigences d'un monde en constante évolution.

Bien que le BIM soit en train de révolutionner l'industrie de la construction, il peine encore à s'imposer. Pascal Loisel, CDO de SOCOTEC Construction et Immobilier, l'explique par un standard d'interopérabilité « encore assez compliqué », et précise que « les sujets autour de la formation y sont nombreux ». Malgré les outils déployés par l'autorité publique (plan BIM 2022, Viewers et autres outils, formation, sémantique, etc.), beaucoup de PME et de petits artisans y ont renoncé. Cependant, grâce à une technologie en constante évolution, le jumeau numérique pourrait bien être la solution pour amener le BIM à un niveau supérieur.

LE JUMEAU NUMÉRIQUE : UNE APPROCHE NOVATRICE POUR LE BÂTIMENT

Le jumeau numérique est une évolution du modèle numérique BIM, qui intègre trois composants indispensables : un objet physique spécifique qu'on cherche à modéliser, un modèle (à géométrie simple, à nuage de points ou en BIM), et une interconnexion entre l'objet physique et le monde virtuel. Cette interconnexion permet un échange d'informations entre l'objet physique et le modèle numérique, permettant de cliquer directement sur le capteur visualisé dans la maquette numérique pour



accéder à la donnée envoyée en temps réel par le capteur installé sur l'objet physique. Le jumeau numérique permet de centraliser les données et de disposer d'une base de données unique partageable entre les acteurs de la profession. Il aide à la décision, en permettant de faire des prédictions, de simuler certains scénarios et d'analyser la fiabilité des données. Enfin, il permet de corriger le modèle numérique en utilisant les données issues du monde physique, ce qui permet de diminuer les erreurs de modélisation. Pour Gauthier Magnaval, « toutes ces thématiques peuvent être regroupées en une seule : aider le gestionnaire à prendre la décision et à mieux connaître son infrastructure ou son bâtiment » !

Autre avantage du jumeau numérique, et non des moindres, il permet de contrôler et corriger le cas échéant le modèle numérique. En effet, contrairement au modèle simple, qui repose sur des hypothèses de modélisation, dans le cas du jumeau numérique, on utilise la donnée

issue du monde physique. « Avec ces données, on peut donc calibrer le modèle de manière à ce que ses résultats correspondent parfaitement aux données qui sont renvoyées par les capteurs » précise Gauthier Magnaval. Ainsi donc, les erreurs faites par le modèle sont largement diminuées.

Ainsi donc, comme le précise Pascal Loisel, si « le BIM a ainsi constitué le premier pas vers la concentration et la centralisation des données autour d'un standard », le jumeau numérique en constitue à ce jour l'évolution la plus probante. Ce dernier a le potentiel de transformer la façon dont nous concevons, construisons et gérons nos bâtiments.

L'AVIS DE L'EXPERT

« LA DATA NOUS PERMET DE CONFRONTER CE QU'ON PENSE AVEC CE QUI EST RÉEL »

Raphaël LECLERCO

Expert SOCOTEC

Responsable du pôle Data

SOCOTEC Monitoring France

GROUPE SOCOTEC

Mon profil est celui d'un ingénieur Génie Civil doublé d'une compétence en Data Science. Je coordonne une équipe d'une quinzaine de personnes chez SOCOTEC Monitoring, travaillant sur trois axes : A/ le développement de codes en soutien aux experts métiers, pour valoriser essentiellement nos données de capteurs. 2/ Le développement de la plateforme Datatys de gestion, traitement et visualisation des données de capteurs que l'on produit chez Socotec Monitoring. 3/ Le développement d'une activité data, initialement pour répondre à des besoins internes, et qu'on déploie aujourd'hui à une échelle plus large afin de mettre notre expertise en analyse de données au service des clients de SOCOTEC.

Nous intervenons habituellement en prestations de services. Beaucoup de nos clients disposent déjà d'un bon volume de données. Nous aidons alors à les structurer sans nécessairement avoir besoin de l'intégrer à notre propre système d'exploitation. Nous disposons d'ailleurs de collaborateurs que nous appelons « IA+X », ayant une double expertise à la fois en Data Science et intelligence artificielle (IA) mais aussi en expertises métiers (mécanique, génie civil, physique, etc.). Notre approche de la data est donc un peu différente de ce qu'on peut trouver communément sur le marché et elle est bien adaptée au secteur sur lequel on opère, à savoir celui des Infrastructures et du Bâtiment.

La data est un mot-valise qui contient énormément de technologie, de services, de savoir-faire, d'usages, d'enjeux... D'un côté, il y a la dimension de Data Analyse qui permet de tirer des conclusions à partir

de jeux de données spécifiques. Ensuite, il y a une dimension de Data Engineering, c'est-à-dire utilisant des outils et structures pour accueillir les données à grande échelle. Cette composante constitue les fondations exploitées par le Data Scientist pour développer ses algorithmes. C'est aussi cette brique technologique qui va permettre de déployer la data en production. Enfin, il y a la Data Science qu'on peut rapprocher de l'IA.

La data soulève plusieurs enjeux dans notre secteur d'activité :

1/ Ne pas trop en collecter ou en tout cas sans un objectif précis. Ça peut paraître un peu paradoxal de l'exprimer ainsi, mais collecter de la data pour de la data n'a aucun sens. Seules les données qui font sens et qui ont un potentiel de valorisation sont utiles. Il se meurt sur les data centers des données qui ne seront jamais exploitées et qui ont un potentiel de valorisation assez faible : qualité insuffisante, pas assez structurée, manque d'informations de contexte, données incomplètes, peu pertinentes par rapport à l'orientation business.

2/ L'explicabilité. C'est un enjeu fort pour nos clients qui ont des problématiques de sécurité (infrastructure nucléaire, ferroviaire, structure bâimentaire, etc.) dans lesquelles il y a des vies humaines qui sont en jeu. Il faut qu'on soit en mesure de comprendre le fonctionnement de nos algorithmes d'IA et qu'on puisse expliquer à nos clients, étape par étape, comment l'IA est arrivée à sa conclusion. Aujourd'hui, il existe des méthodes qui nous permettent de progresser sur ce point.

3/ L'adoption. Entre 80 à 85 % des projets réalisés en Data science n'arrivent pas en production. Il y a des sujets techniques qui peuvent expliquer cela, mais les raisons les plus fréquemment invoquées sont : un décalage entre l'algorithme et le processus réel sur le terrain, un impensé du point de vue de la personne destinataire de la data, un niveau relativement bas de la filière en matière de culture numérique. Pour favoriser l'adoption, il faut former davantage, accompagner tant les utilisateurs qui sont sur le terrain que les ingénieurs dans les bureaux. Accompagner, ça veut dire expliquer pourquoi on collecte de la donnée, comment on le fait, quel impact cela aura sur les performances de l'entreprise, etc. Et puis, il faut aussi démystifier la data. Les gens imaginent beaucoup de choses autour de la data, et toutes ne sont pas fondées. Il y a des personnes qui sont des réfractaires purs et durs à la data, arguant que la data détruit des emplois et provoquent des changements irréversibles dans les secteurs d'activité où elle est adoptée massivement. A l'opposé, il y a ceux qui pensent que la data va résoudre tous les problèmes, comme par magie. On le voit, expliquer ce que la data peut faire et ce qu'elle ne peut pas relève d'un enjeu de crédibilité. Plus elle sera crédible, plus son déploiement sera facilité et son adoption massive. Former, accompagner, expliquer c'est le triptyque incontournable pour faciliter l'adoption de la data.

On peut faire beaucoup de choses avec des flux de données.

On peut d'abord apporter une information de manière intelligible :

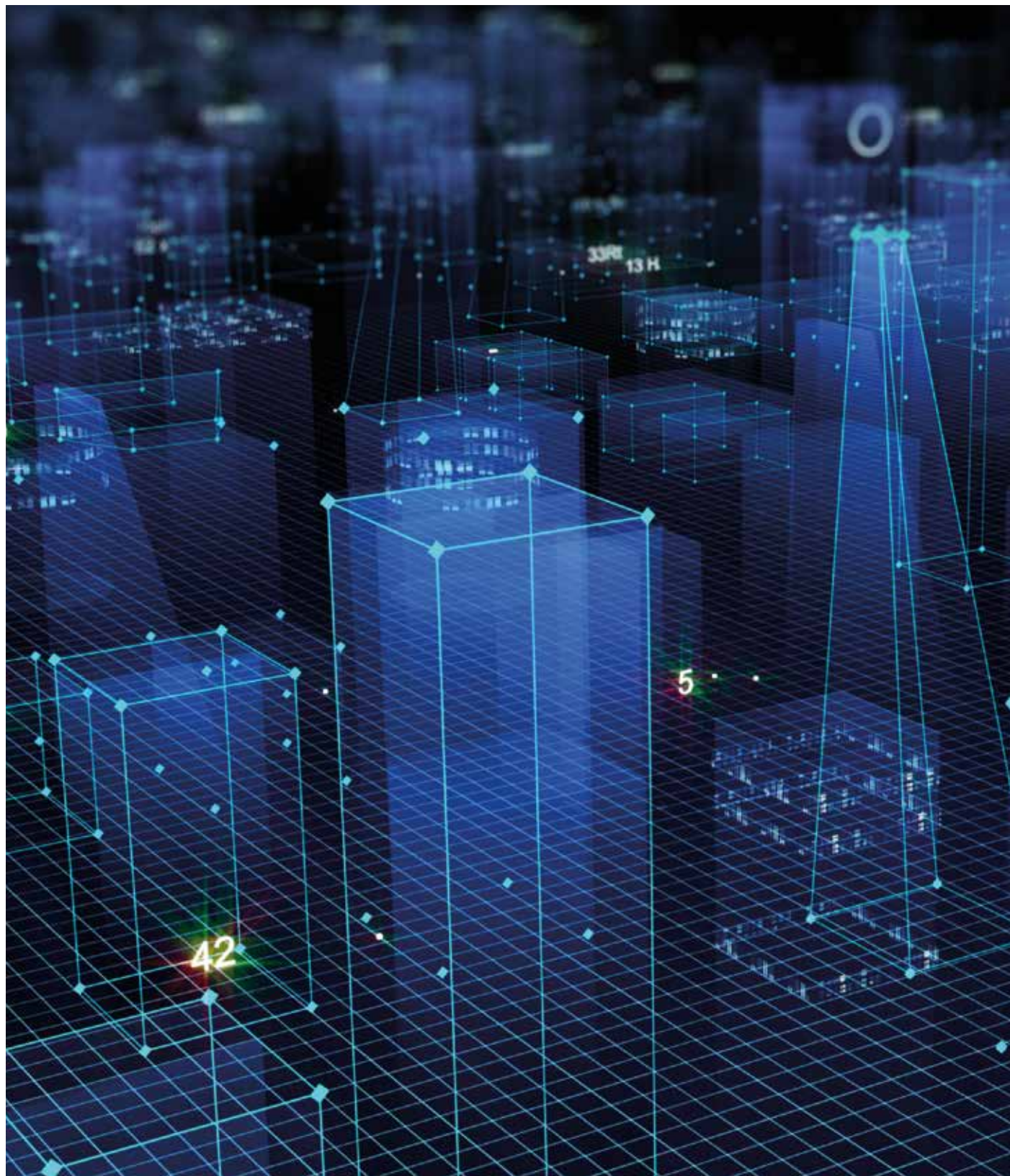
analyser des portefeuilles, mieux comprendre les clients, visualiser des parcours utilisateurs, identifier des décalages de planning sur un chantier, etc. Ce premier niveau d'analyse, bien que modeste, constitue déjà un premier levier de productivité intéressant. La donnée « factuelle » par nature. Elle est là pour objectiver les débats. Dans bien des cas, ce niveau d'utilisation de la data peut suffire sans qu'il soit besoin d'aller plus loin.

La data permet ensuite de faire des prédictions, à condition de disposer de tout le potentiel algorithmique : prédire la résistance du béton en fonction des paramètres chimiques des matériaux, faire de la détection de défaut sur des ponts à partir d'images, prédire le comportement de l'ouvrage dans le futur pour déclencher des interventions de maintenance au bon moment...

Il y a aussi des choses qui ne sont pas faisables aujourd'hui avec la data. Premièrement, il n'existe aucun algorithme qui soit généralisable à tous les cas d'usage. Malgré les efforts de grands laboratoires publics et privés, personne n'a inventé à ce jour l'IA généraliste capable de répondre à tout. Les IA sont spécialisées, par exemple sur des sujets de prédiction, de prix, d'immobilier, de détection de fissures sur des images, etc. Or ces sujets sont des classes de problèmes différents les uns des autres qu'aucune IA généraliste ne pourrait traiter dans leur globalité. Deuxièmement, il n'est pas possible de tirer des conclusions satisfaisantes d'un jeu où les données ne sont pas représentatives du problème à modéliser. Un client récemment nous a demandé d'estimer la durée de vie restante de ses grues à partir des données dont il disposait. Or les données étaient peu nombreuses, incomplètes, non structurées, de faible

qualité, non homogènes d'une grue à l'autre... Il y avait trop d'incertitudes pour apporter une réponse satisfaisante au client. Dans pareil cas, on revient en général aux fondamentaux : 1/ structurer les données, 2/ compléter par de la donnée de qualité en installant des capteurs, 3/ mettre en place un algorithme approprié pour détecter les anomalies, 4/ apprendre à partir des données de capteurs et des données de visites, 5/ prédire un comportement de vieillissement à moyen terme. Bien entendu, ces étapes sont définies en dialoguant avec le client. Tout est ajusté en fonction de ses attentes. C'est là que les profils AI+X prennent tout leur sens, car ayant des compétences dans les métiers de nos clients, nous sommes en mesure de mieux comprendre leurs problématiques. L'échange avec le client, c'est la base, en particulier dans la data. Chaque problème est différent, comme chaque pont ou chaque bâtiment est unique. Il faut aborder chaque problème d'une manière nouvelle. Même si chez SOCOTEC nous disposons d'un bagage qu'on peut transférer, chaque problématique reste spécifique et nous pousse à faire du sur-mesure.





Comment l'Open Data stimule l'innovation dans le secteur immobilier

LES DONNÉES OUVERTES, OU « OPEN DATA », SONT DEVENUES UNE PRATIQUE COURANTE DANS DE NOMBREUX SECTEURS. ELLES CONSISTENT À RENDRE ACCESSIBLES AU PUBLIC LES DONNÉES COLLECTÉES PAR DES INSTITUTIONS OU DES ENTREPRISES, AFIN DE PERMETTRE LEUR UTILISATION À DIVERSES FINS. DANS LE SECTEUR DE L'IMMOBILIER, LES DONNÉES OUVERTES PRÉSENTENT DE NOMBREUX AVANTAGES MAIS ELLES SOULÈVENT AUSSI D'IMPORTANTES QUESTIONS.

LES AVANTAGES DE L'OPEN DATA

Ceux qui ont déjà exploré l'Open Data dans l'Immobilier savent certainement à quel point l'expérience peut être impressionnante. Accéder en toute transparence à des données sur les transactions immobilières, les prix des biens, les caractéristiques des propriétés, etc. a de quoi intéresser. Un exemple pertinent est fourni par les données proposées en libre accès par le ministère de l'Économie et des Finances. Ces données peuvent être utilisées pour vérifier des informations précises telles que le type de transaction, la date, le montant, à l'échelle de la parcelle cadastrale. D'autres exemples de données en libre accès incluent les données météorologiques, les risques sismiques et les risques liés au radon. Acheteurs et vendeurs, mieux informés, peuvent désormais prendre des décisions plus éclairées. Les agences immobilières peuvent mieux évaluer la valeur des biens. De plus, la transparence accrue apportée par l'Open Data contribue à prévenir toute velléité de fraude ou de corruption dans le secteur.

En outre, les données ouvertes peuvent également stimuler l'innovation dans le secteur immobilier. En permettant aux entrepreneurs et aux data scientists d'accéder à des données immobilières précises et à jour, ils peuvent créer des applications et des outils qui aident leurs clients à trouver des propriétés, évaluer leur valeur, gérer l'immobilier et effectuer des transactions. Ces innovations peuvent améliorer l'expérience des consommateurs et améliorer l'efficacité du marché.

Un autre enjeu important des données ouvertes dans l'Immobilier est leur contribution à l'urbanisme. Les données sur les propriétés et les infrastructures peuvent aider les collectivités locales à planifier le développement urbain de manière plus efficace, à identifier les besoins en logement et à évaluer l'impact des politiques sur les marchés immobiliers locaux. Les données ouvertes peuvent également être utilisées pour étudier les tendances immobilières et aider à prédire des problèmes tels que les pénuries de logements.

Cependant, les données ouvertes posent de nouveaux défis pour le secteur de l'immobilier.

Encadré 2 : Quelques exemples de plateformes en Open Data

Source : SOCOTEC - 2023.

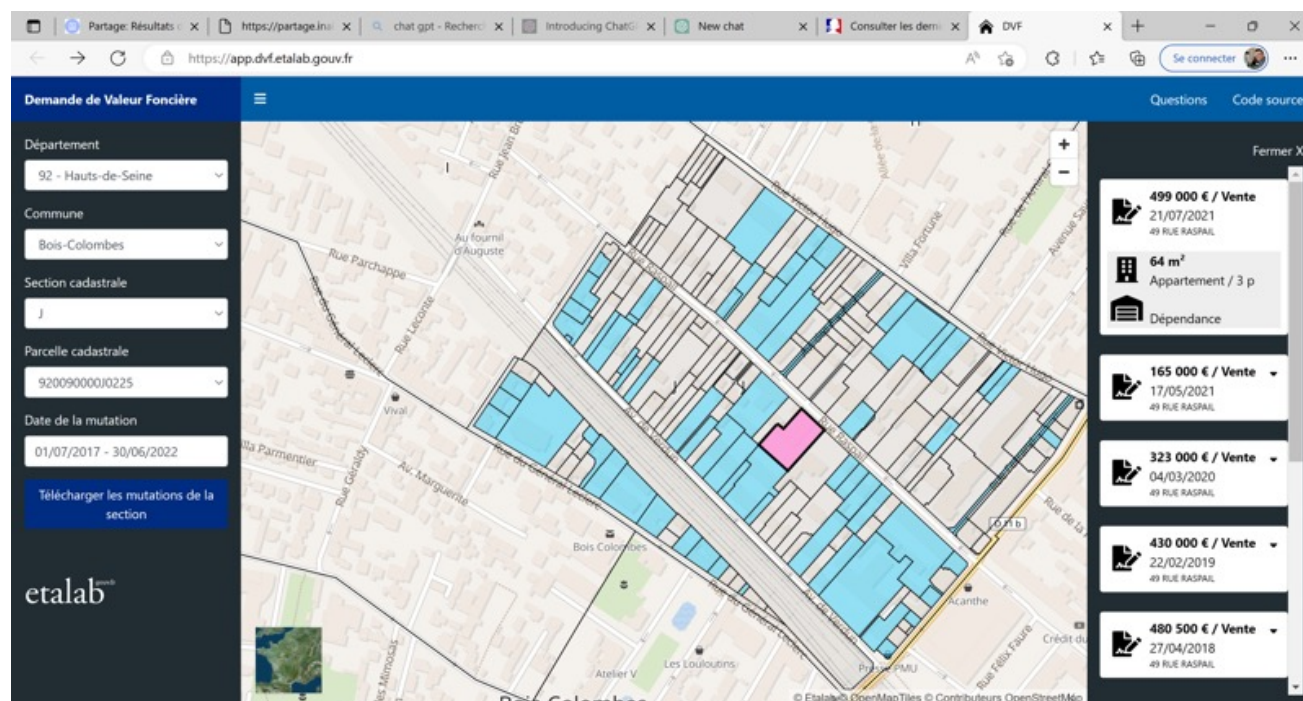
Nous avons regroupé ici quelques exemples de plateformes françaises qui proposent des données ouvertes dans le domaine de l'immobilier.

- Le portail **Open Data de l'Urbanisme et de la Construction** : ce site donne accès à des données ouvertes sur l'urbanisme, l'aménagement du territoire, la construction et le logement. Au total, ce sont 43 858 jeux de données ouvertes qui sont proposés. Lien : <https://www.data.gouv.fr/fr/data-sets/>
- Le site « **Demande de valeurs foncières** » : ce site permet de connaître les transactions immobilières intervenues en France au cours des cinq dernières années. Les données ouvertes sont issues des actes notariés et des informations cadastrales. Le site est géré par la Direction Générale des Finances Publiques. Lien : <https://www.service-public.fr/particuliers/vosdroits/R53491>
- Le **Portail Data Bâtiment** : ce site fournit des données sur l'efficacité énergétique, la qualité de l'air intérieur et les performances thermiques des bâtiments. Il est géré par l'Agence De l'Environnement et de la Maîtrise de l'Energie (ADEME). Au total, ce sont 133 jeux de données ouvertes qui sont proposés. Lien : <https://data.ademe.fr/>
- Le Portail de **Qualité Sanitaire et Energétique des Rénovations** : ce site fournit des données sur les caractéristiques des bâtiments et de leurs systèmes, les travaux de rénovation réalisés, les événements entraînant une apparition de moisissures, la détection d'une activité fongique active et les mesures de concentration des polluants. Il est géré par le CSTB. Lien : <https://www.data.gouv.fr/fr/data-sets/qualite-sanitaire-et-energetique-des-renovations/>
- Le site **Kel Quartier** : ce site agrège plusieurs jeux de données ouvertes sur les quartiers et communes de France : immobilier (taxe d'habitation, logements sociaux, logements vacants, nombre de petites surfaces, densité de logements, etc.), habitants (âge et revenu moyen des habitants, retraités, taille moyenne des ménages, taux de chômage, etc.), environnement (transports publics, précipitations et ensoleillement annuels, équipements sportifs, distance de centrales nucléaires, espaces verts, etc.), éducation (crèches, écoles, lycées, résultats des lycées, sélectivité des lycées, valeur ajoutée des lycées), commerces et établissements (bars, cafés, restaurants, commerces, médecins généralistes, etc.) et politique (étiquette politique du maire, résultats aux élections passées). Enfin, une liste des avis et conseils des habitants est proposée. Lien : <http://www.kelquartier.com/>
- Le **Portail de données publiques de Météo France** : données ouvertes sur la pluviométrie, les températures, le vent, l'humidité, etc. Les données sont obtenues In Situ (de surface ou en altitude), par radar, par satellite. Des données issues de modèles de prévision climatiques sont mêmes proposées. Lien : <https://donneespubliques.meteofrance.fr/>
- Le **Portail GeoServices de l'IGN** : ce site propose 2761 jeux de données ouvertes : plans IGN, images du territoire vues du ciel, courbes de niveaux, modélisation 2D/3D du territoire et de ses infrastructures, cartographie 3D du sol et du sursol, données géographiques servant de référence à l'instruction des aides de la politique agricole commune (PAC), modèle numérique de terrain (MNT) maillé qui décrit le relief du territoire, etc. Lien : <https://geoservices.ign.fr/presentation>
- Le **Portail du Service géologique national (BRGM)** : données sur les ressources et les risques du sol et du sous-sol dans une perspective de développement durable. Lien : <https://www.brgm.fr/fr>
- La **Banque de données du sous-sol (BSS)** : base nationale qui conserve toutes les données sur les ouvrages souterrains (forages, puits, sondages...) du territoire français. Actuellement, cette base met à disposition du public plus de 800 000 descriptions d'ouvrages souterrains. Lien : <http://infoterre.brgm.fr/page/banque-sol-bss>

Ces sites Web offrent des données ouvertes sur différents aspects du bâtiment et peuvent être utiles pour les professionnels, les chercheurs, les étudiants et toute personne intéressée par le sujet.

Figure : capture d'écran du site « Demande de valeurs foncières » :

Source : <https://www.service-public.fr/particuliers/vosdroits/R53491> (consultation du 03/03/2023)



LES DÉFIS DE L'OPEN DATA DANS LE SECTEUR IMMOBILIER : CONFIDENTIALITÉ, PROPRIÉTÉ INTELLECTUELLE ET SÉCURITÉ DES DONNÉES

L'un des principaux défis est la protection de la vie privée. Les données immobilières peuvent inclure des informations sensibles sur les propriétaires et les locataires, telles que leurs noms et adresses, et ces informations doivent être soigneusement protégées pour éviter tout mauvais usage ou abus.

Un autre défi concerne les droits de propriété intellectuelle. Les données immobilières peuvent être soumises à des droits d'auteurs ou à d'autres protections juridiques, et les entreprises doivent s'assurer qu'elles ne violent pas ces droits lorsqu'elles utilisent et partagent des données. C'est justement ce que rappelle Philippe Levy lorsqu'il précise que « l'Open Data ne veut pas forcément dire que les données sont gratuites ou qu'on peut en faire ce qu'on veut ». Et l'expert de préciser que par « Open Data, il faut entendre ici, donnée consolidée sur le bâtiment avec des niveaux de confiance plus ou moins forts selon les sources ».

Un autre problème majeur du libre accès aux données dans le domaine immobilier est le manque de qualité de certaines données. En effet, les données publiées peuvent parfois être incomplètes, obsolètes ou mal structurées, ce qui peut rendre difficile leur utilisation. Les entreprises doivent donc s'assurer que les données auxquelles elles accèdent sont de qualité et vérifier régulièrement leur exactitude.

Un autre défi porte sur ce que Pascal Loisel appelle la production de « données verticalisées ». C'est-à-dire que les données produites par les

plateformes d'Open Data sont spécialisées, voire silotées. On peut citer Deepki pour la donnée sur l'énergie, ESG pour la finance verte dans l'immobilier, Booking pour l'hôtellerie, etc. Se pose alors la question de l'interopérabilité des plateformes. Or, l'interopérabilité implique à son tour la mise en œuvre d'une identification claire et unique des objets.

Un défi supplémentaire se pose désormais aux plateformes d'Open Data, à savoir celui de la production de « données dynamiques ». Les plateformes devront nécessairement s'ouvrir aux flux de données provenant de tiers ainsi que des capteurs et des objets connectés (IoT). La collecte de données en temps réel dans les bâtiments propulse désormais les plateformes d'Open Data dans une nouvelle ère.

Malgré ces défis, l'utilisation des données ouvertes dans le secteur immobilier continue de croître. La puissance publique, les entreprises et les organisations de la société civile contribuent chacune à leur niveau à ce mouvement de fond.

Les grands défis de la data dans le bâtiment

**LA DONNÉE SOULÈVE
PLUSIEURS DÉFIS DANS LE
SECTEUR DU BÂTIMENT.
NOUS EN DÉVELOPPERONS
TROIS D'ENTRE EUX ICI.**

NE PAS TROP COLLECTER

Comme nous l'avons expliqué au début de ce livre blanc, il est important que les données répondent à un besoin spécifique. Si ce n'est pas le cas, la donnée ne sert à rien. C'est ce qu'exprime en substance Raphaël Leclercq quand il dit que « collecter de la data pour de la data n'a aucun sens » ! Et ce sont précisément les données qui ont du sens qui présentent un potentiel de valorisation. Il y a encore trop de données collectées qui ne seront jamais exploitées soit parce que leur qualité est insuffisante, soit parce qu'elles sont incomplètes ou encore parce qu'elles ne répondent strictement à aucun besoin.

Le défi consiste ici à définir des méthodes qui permettent, en amont de la collecte, d'identifier correctement les besoins des clients afin de définir un cahier des charge susceptible d'être converti en problématique Data. Avec le développement de sa méthode CCTP⁹ et la combinaison fine entre experts Data et experts métiers, le Groupe SOCOTEC est plutôt en avance sur ces questions.

EXPLICABILITÉ

L'explicabilité est un autre problème important. Nous avons déjà parlé de l'effet « boîte noire » du machine learning. C'est-à-dire que l'on ne sait pas exactement comment l'algorithme fait pour apprendre à partir des données, ni même comment il prend ses décisions. En cela, l'IA est très différente des modèles physiques où tout est contrôlé par les équations retenues. Or cela est un problème pour tout secteur d'activités où des vies humaines sont en jeu. On pense ici au bâtiment, mais c'est aussi vrai pour le médical, le ferroviaire, le nucléaire, etc. Comme le rappelle Gauthier Magnaval, « on ne peut pas se permettre d'avoir un modèle qu'on ne maîtrise pas et qui peut, à tout instant, produire un résultat potentiellement absurde qu'on ne saura pas expliquer ». Le grand défi de la data dans le bâtiment est d'arriver à comprendre comment fonctionnent les algorithmes d'IA et de ML et d'expliquer étape par étape les résultats obtenus. On parle alors d'IA « explicable ». Les recherches visent désormais à rendre les algorithmes d'IA plus compréhensibles et accessibles à tous. Cela pose à son tour de nouveaux défis. En effet, les algorithmes d'IA peuvent être incroyablement complexes, ce qui rend difficile de les expliquer de manière simple. De plus, la transparence

⁹ Voir l'interview de Philippe LEVY.

totale peut également poser des problèmes de confidentialité et de sécurité des données.

Malgré ces défis, l'IA « explicable » est une direction prometteuse pour l'avenir de l'IA. En développant des méthodes pour rendre l'IA plus compréhensible et accessible, nous pouvons renforcer la confiance dans l'IA et promouvoir une utilisation responsable et éthique de cette technologie de pointe.

L'ADOPTION

L'adoption de la data dans le secteur du bâtiment est un enjeu majeur pour améliorer les performances et la durabilité des bâtiments.

Cependant, Raphaël Leclercq rappelle que « de nombreux projets réalisés en Data Science ne parviennent pas à être mis en production » (entre 80 à 85 % des projets). Les raisons peuvent être diverses : décalage entre l'algorithme et le processus réel sur le terrain, manque de prise en compte des besoins des utilisateurs, niveau relativement bas de culture numérique dans la filière.

Le défi consiste ici à former et accompagner les utilisateurs et les ingénieurs, en expliquant clairement les avantages de la collecte de données tout en démystifiant les fausses croyances sur la data. L'enjeu de crédibilité est primordial pour permettre une adoption massive de la data dans le secteur du Bâtiment. Ainsi, « former, accompagner, expliquer c'est le triptyque incontournable pour faciliter l'adoption de la data » souligne Raphaël Leclercq.

À ces trois défis s'en ajoutent bien entendu beaucoup d'autres déjà traités dans ce livre blanc : interopérabilité des données, respect de la vie privée des occupants des bâtiments, sécurisation des données... pour ne citer que ceux-là.



L'AVIS DE L'EXPERT

LES PLATEFORMES DIGITALES OUVERENT SUR UN NOUVEL ÂGE, CELUI DE L'EXPLOITATION ET DE LA PERFORMANCE DU BÂTIMENT EN TEMPS RÉEL.

Pascal LOISEL

CDO, Directeur des Projets Digitaux
SOCOTEC Construction et Immobilier
GROUPE SOCOTEC

Beaucoup d'initiatives ont émergé ces dernières années en matière de digitalisation de l'écosystème de la construction et de l'immobilier, mais la plus structurante pour notre industrie a été sans conteste l'avènement de la démarche BIM (Building Information Modeling). Dans un écosystème de travail hyper-fragmenté, le BIM a eu le grand mérite d'essayer de définir un standard pour échanger des données et faire collaborer l'ensemble des parties prenantes de manière unifiée autour d'une maquette numérique. Toutefois, le BIM n'a pas eu le succès escompté et nous pouvons constater que ce dernier peine en dehors des grands donneurs d'ordres et entreprises à se déployer massivement. Beaucoup de PME et de petits artisans par exemple, ont renoncé au BIM malgré les efforts déployés par le gouvernement et la filière professionnelle comme le PTNB (Plan de Transition Numérique du Bâtiment) et le Plan BIM 2022. Le BIM reste cependant sans équivoque le futur de la digitalisation de notre industrie. Mais les sujets complexes de standards, de classification et d'interopérabilité entre les différents formats de données restent des freins majeurs à un déploiement massif qui ne pourront être levés sans des efforts continus en matière d'acculturation et de formation. En revanche, le format IFC (Industrial Foundation Classes) tends devenir de plus en plus « le standard » de description de la filière. C'est pour moi, le plus grand apport du BIM à ce jour.

La seconde étape majeure est l'essor des plateformes digitales à l'échelle du patrimoine immobilier. Les GMAO (Gestion de la Maintenance Assistée par Ordinateur) et GTB (Gestion Technique du Bâtiment)

digitalisent uniquement l'actif immobilier à l'échelle d'un Bâtiment. Les nouvelles plateformes portées essentiellement par des PropTechs permettent de centraliser et d'agréger la donnée immobilière, facilitent la collaboration entre les parties prenantes et proposent des analyses de données à travers des algorithmes prédictifs permettant d'améliorer la connaissance et la performance de la gestion de patrimoine immobilier. Cependant, elles produisent et centralisent de la donnée qu'on pourrait qualifier de « verticalisée », sur une ou plusieurs thématiques comme la compliance réglementaire, le suivi technique, l'énergie, l'ESG et dernièrement le carbone. À titre d'illustration, on peut citer Deepki pour la donnée autour de l'énergie, Greenscope pour ESG et la Taxonomie, Intent pour la gestion des OPEX... Cependant les besoins des clients comme les Assets Managers, foncières, bailleurs sociaux et collectivités locales ont en réalité besoin de plusieurs plateformes pour opérer toutes les problématiques de leurs patrimoines. Dans un contexte où aucune « méga »-plateforme transversale n'émerge, il faut envisager l'agrégation de l'ensemble des flux et assurer à nos clients et à notre écosystème une interopérabilité complète pour échanger les données entre les différentes plateformes existantes.

Dès lors, l'interopérabilité et l'IFC issue des efforts de standardisation de la donnée à travers la démarche BIM deviennent un enjeu majeur dans l'essor des plateformes digitales. Elles doivent être capables de communiquer entre elles, de s'échanger de la donnée. L'interopérabilité implique une identification centralisée et unique des sites, bâtiments et à minima des composants constitutifs du patrimoine immobilier. Ce référentiel commun n'est malheureusement pas encore une réalité opérationnelle. Trop peu de gestionnaires de patrimoine possèdent des solutions de référentiel unique de patrimoine. Celui-ci est souvent fragmenté dans plusieurs logiciels. Sans lui, l'interopérabilité des plateformes restera une chimère et un frein majeur dans le déploiement du lien avec l'IoT (Internet Of Things), propulsant à terme la gestion de la performance du patrimoine dans le « temps réel » à travers le concept de jumeau numérique.

La collecte de données en temps réel ouvre, à son tour, la voie à la digitalisation de processus permettant, par exemple, de prendre des décisions instantanément sur la gestion du chauffage et de l'éclairage en fonction du nombre de personnes présentes dans les bureaux. Le « Smart Building » promets d'exploiter son patrimoine immobilier de manière plus opérante et avec une meilleure efficacité. L'utilisation d'algorithmes d'IA (Intelligence Artificielle) et de Machine Learning créeront de la valeur dans l'optimisation des coûts de gestion d'un patrimoine immobilier. Les plateformes digitales devront être capables de traiter de manière indifférenciée de la donnée « froide » (surfaces, matériaux, équipements), de la donnée « tiède » (marque et puissance des équipements, vétusté, performance) et de la donnée en temps réel (capteurs installés, IoT).

Dans le futur, d'autres technologies viendront très certainement consolider cette évolution. On peut penser au web 3.0 avec l'utilisation de la technologie Blockchain et les Smart Contracts

associés. Ces Smart Contracts sont des programmes informatiques irrévocables, le plus souvent déployés sur une blockchain, qui exécutent un ensemble d'instructions pré-définies à l'avance. Cela ouvrirait des perspectives incroyables de gestion automatisée, contractuelle et transparente du bâtiment comme par exemple des ajustements de contrats de fourniture énergétique liés à la consommation électrique en temps réel via des Smart Contracts s'exécutant automatiquement.

On n'y est pas encore, bien entendu ! Et le sujet du web 3.0 reste encore techniquement très compliqué à mettre en œuvre tant sur le plan juridique (gestion de la traçabilité et de la preuve) que sur le plan de l'infrastructure (achat de cryptomonnaie, mise en place de Blockchain publique ou mutualisée) dans des organisations encore trop peu digitalisées et matures sur ces sujets. Cependant, en tant que qu'organisme de Tierce Partie Indépendante et de Confiance, SOCOTEC ne pourra dans le futur faire l'économie de devenir une Tierce Partie de confiance Digitale pour notre industrie. Tout comme les banques assument leurs rôles de tiers de confiance pour les transactions monétaires entre tiers, il nous reviendra en tant que leader sur notre marché d'assumer pleinement notre rôle de Tiers de confiance des flux et échanges de données entre les plateformes digitales.

Le groupe SOCOTEC avance à grand pas sur l'ensemble des sujets évoqués précédemment.

Dans un premier temps nous avons choisi de commencer par la digitalisation et la structuration de l'ensemble des rapports et données produits par SOCOTEC dans un service de référentiel de patrimoine qui s'appelle BLUECASTLE. Ce service permet de rendre interopérable à terme les données des 1,6 millions de rapports que nous produisons par an. Nous sommes désormais en capacité de modéliser le patrimoine de nos clients à faible coûts lors des missions d'inspection et de contrôle et de structurer l'information sur un format (IFC). A titre d'exemple, une chaudière sur un actif immobilier est désormais une référence unique (ID) dans notre référentiel BLUECASTLE permettant une historisation et un « désilotage » des données par actif et plus uniquement par client. Dès lors, lors de la cession d'un actif nos datas peuvent être transférées vers un nouveau propriétaire. Nous utilisons principalement un standard inspiré de l'IFC4, mais nous avons aussi travaillé à créer des tables de correspondance pour neuf autres formats/standards de décomposition du bâtiment comme l'Uniclass, FIDJI, ICMS/IPMS, Untec ... L'ensemble des données structurées est désormais interopérable et mis à disposition par une API (Application Programme Interface) pour alimenter notre propre plateforme de gestion des données techniques et réglementaires, BlueCastle mais aussi vers le SI de nos clients ainsi que les autres plateformes concurrentes utilisées par nos clients.

BlueCastle est la plateforme digitale de SOCOTEC de gestion technique et réglementaire. Elle permet la centralisation des documents et rapports et des données issues des missions

SOCOTEC, elle digitalise la description et l'enrichissement de la connaissance du patrimoine, assure le lien avec les maquettes numériques existantes, permet la gestion de la qualification de l'état de vétusté des équipements et du bâti, suggère et gère des plans d'action, réalise des Plans Pluri-Annuels de Travaux et assure la connexion des IoT. L'enrichissement de cette plateforme s'opère aussi par la création d'un écosystème de Tech Partner's intégrant d'autres plateformes digitales complémentaires aux besoins de nos clients comme BIMDATA, INTENTS, GREENSCOPE et bien d'autres.

Aujourd'hui, toutes les organisations et les entreprises de la filière de la Construction et de l'Immobilier n'ont pas encore pris conscience du potentiel de valeur que représente l'exploitation de la donnée. Le degré de maturité digitale de la filière reste faible malgré de très nombreuses initiatives. Le sujet principal pour un déploiement plus rapide et massif est le ROI¹⁰ (Return On Investment) et le financement de cette transition digitale à travers une amélioration de la performance sur l'exploitation d'un patrimoine immobilier.

La crise énergétique, la remontée des taux directeurs, les obligations réglementaires en matière d'ESG et de trajectoire de réduction carbone devrait être des accélérateurs de cette transformation dans les prochaines années. Certes il faut du temps et c'est normal. C'est un sujet long, mais un sujet non négociable pour le futur et la performance environnementale de notre industrie !

¹⁰ Voir le glossaire

Le rôle clé de la puissance publique ?

LE RÔLE JOUÉ PAR LA
PUISSANCE PUBLIQUE
EN FRANCE POUR
**FAVORISER À LA FOIS LA
NUMÉRISATION DE LA
FILIÈRE DU BÂTIMENT
MAIS AUSSI L'ADOPTION
PROGRESSIVE PAR LES
ACTEURS DU BÂTIMENT DE
LA DATA EST CENTRAL.**

ENCOURAGER LA TRANSITION NUMÉRIQUE DE LA FILIÈRE DU BÂTIMENT

La puissance publique a largement montré l'exemple en numérisant une majorité de ses systèmes et en les rendant interopérables (impôts, PV, service public, etc.). C'est efficace et ça fonctionne très bien. Pour Alexandre Bompard, « la puissance publique a montré que la numérisation était possible ».

La numérisation dans la filière du Bâtiment est désormais une priorité pour la puissance publique française, qui a lancé le Plan de Transition Numérique dans le Bâtiment (PTNB) en 2014 pour encourager la transition numérique dans ce secteur. Le PTNB vise à accompagner les professionnels du Bâtiment dans l'utilisation de la maquette numérique BIM, qui permet de concevoir, construire et gérer un bâtiment de manière collaborative et intégrée.

Le Plan BIM 2022, lancé en 2017, est une feuille de route pour accélérer l'adoption du BIM en France. Il prévoit notamment la généralisation de l'utilisation du BIM pour les projets publics, ainsi que la formation des professionnels et la promotion de l'interopérabilité des logiciels BIM¹¹.

La loi TECV (Transition Énergétique pour une Croissance Verte) de 2015 a introduit une série de mesures pour encourager la transition écologique de la filière du Bâtiment en France. Parmi ces mesures, la loi a notamment mis en place un « carnet numérique de suivi et d'entretien des logements », qui permet aux propriétaires de logements d'avoir une vision claire et exhaustive de l'état de leur bien immobilier, ainsi que des travaux de rénovation énergétique à effectuer pour améliorer la performance énergétique de leur logement. Cette mesure a encouragé la numérisation de la filière du Bâtiment, en poussant les professionnels du secteur à développer des solutions innovantes pour suivre et gérer les données de performance énergétique des bâtiments. Elle a également incité les pouvoirs publics à accompagner les acteurs de la filière dans leur démarche de numérisation, notamment en finançant des projets pilotes pour explorer la faisabilité technique et économique du carnet numérique de suivi et d'entretien des logements.

¹¹ Plan BIM 2022, <https://plan-bim-2022.fr/> (consultation du 04/03/2023).

La Loi pour une République Numérique de 2016 a également joué un rôle important dans l'encouragement à la numérisation de la filière du Bâtiment. Elle a notamment mis à disposition des informations publiques relatives aux bâtiments (performance énergétique, émissions de gaz à effet de serre, etc.) pour faciliter la réalisation de travaux de rénovation énergétique. De plus, elle a instauré l'obligation pour les professionnels du Bâtiment de fournir des devis et factures dématérialisés à leurs clients, favorisant ainsi la numérisation des échanges entre les différents acteurs de la filière. Ces mesures ont contribué à faciliter la transition vers une filière du Bâtiment plus numérique et plus respectueuse de l'environnement.

Le gouvernement a également tenté d'imposer le permis de construire numérique, mais sans succès. Néanmoins, la réglementation et la réglementation ne sont pas les seuls moyens utilisés pour encourager la numérisation dans la filière du Bâtiment. La puissance publique incite également les acteurs du Bâtiment à adopter le numérique en les embarquant dans des initiatives comme le PTNB et en les accompagnant financièrement.

ENCOURAGER LE DÉVELOPPEMENT DE LA DATA DANS LE BÂTIMENT

Comme le remarque Franck Pettex-Sorgue, « la numérisation favorise une mutation des pratiques ». De ce point de vue, la puissance publique montre l'exemple puisqu'en numérisant une majorité de ses systèmes et en les rendant interopérables elle a pu proposer une multitude de portails et de plateformes en Open Data. En outre, la Loi pour une République Numérique de 2016 favorise également une politique d'ouverture des données et des connaissances, ainsi qu'une approche progressiste du numérique qui renforce le pouvoir d'agir et les droits des individus dans le monde numérique

L'initiative Ecowatt, lancée en 2006 en région Provence-Alpes-Côte d'Azur en réponse à la crise énergétique de l'époque, vise à sensibiliser et mobiliser les citoyens pour qu'ils réduisent leur consommation d'électricité pendant les périodes de pointe, afin d'éviter les risques de coupures et afin de réduire les coûts énergétiques. Cette initiative repose sur la collecte de données en temps réel sur la production et la consommation d'électricité, ainsi que sur la diffusion d'informations en temps réel aux citoyens pour qu'ils puissent adapter leur comportement.

Dans le contexte de la numérisation de la filière du Bâtiment évoqué plus haut, l'initiative Ecowatt illustre l'importance de la collecte et de l'analyse de données pour mieux gérer les ressources énergétiques dans les bâtiments. En effet, les bâtiments représentent environ 40 % de la consommation d'énergie en France, et leur efficacité énergétique est donc un enjeu crucial pour la transition énergétique. En collectant des données en temps réel sur la consommation d'électricité dans les bâtiments, il est possible d'identifier les pics de consommation et les gisements d'économies d'énergie, et de mettre en place des solutions adaptées.

Dans le même esprit, le nouveau décret BACS (20 juillet 2020) a rendu rétroapplicable l'obligation d'installer des dispositifs GTC/GTB sur tous les bâtiments tertiaires non résidentiels pour lesquels le système de chauffage ou de climatisation, combiné ou non à un système de ventilation, a une puissance nominale supérieure à 290 Kw. La mise en conformité au décret doit être réalisée avant le 1^{er} janvier 2025. Le décret



encourage donc la collecte et la bonne utilisation de la data à la fois afin d'atteindre une meilleure gestion des températures et aussi pour permettre une économie d'énergie significative.

En somme, la puissance publique joue un rôle essentiel dans l'évolution vers la numérisation de la filière du Bâtiment en France. Elle encourage les acteurs du Bâtiment à adopter la data et a mis en place des standards pour faciliter l'adoption de la numérisation. Finalement, conclut Franck Pettex-Sorgue, « la puissance publique n'impose pas la numérisation par la réglementation ni par la réglementation, mais y pousse les acteurs du Bâtiment par l'incitation et la capacité d'embarquement ».

Et demain ?

LE FUTUR DU BÂTIMENT ET DE L'IMMOBILIER SERA MARQUÉ PAR L'ÉMERGENCE DE TECHNOLOGIES AVANCÉES TELLES QUE LE DEEP LEARNING, LA BLOCKCHAIN ET LES SMART CONTRACTS.

Ces avancées offrent des opportunités pour améliorer la transparence, la sécurité et l'efficacité des transactions et des processus. En parallèle, de nouveaux métiers émergent liés à la collecte, l'analyse et l'interprétation des données des bâtiments connectés, témoignant de la diversité grandissante et de la spécialisation croissante des professions de l'Immobilier à l'ère du numérique.

DEEP LEARNING, BLOCKCHAIN ET SMART CONTRACTS

Le deep learning (DL), ou apprentissage profond, est probablement l'avenir du machine learning (ML). Le DL est une méthode d'apprentissage automatique qui utilise des réseaux de neurones artificiels pour apprendre à partir de données. Les réseaux de neurones peuvent être profonds, c'est-à-dire qu'ils ont plusieurs couches, ce qui leur permet de trouver des relations complexes dans les données. Alors que le machine learning est utile pour des tâches relativement simples, le deep learning est plus adapté aux tâches complexes (figure 5). En outre, le deep learning peut automatiser certaines tâches et permettre des réponses plus élaborées que le simple chiffrement de valeurs ou de classifications de données, comme dans le cas du machine learning. Le deep learning¹² est pour le moment utilisé pour des tâches telles que la reconnaissance d'images, la reconnaissance vocale et la traduction automatique.

La blockchain, ou chaîne de blocs, est une technologie initialement développée dans le domaine des cryptomonnaies et qui se diffuse, à partir de 2015, à de nombreux secteurs d'activité¹³. Elle consiste en une base de données décentralisée et sécurisée qui permet de stocker des informations en les répartissant sur un grand nombre d'ordinateurs. Les informations sont stockées sous forme de blocs, liés les uns aux autres, et chaque bloc est protégé par une fonction dite de « hachage » unique, qui assure l'intégrité des données. Les transactions effectuées sur la blockchain sont vérifiées, tracées et validées par un réseau de participants décentralisés, plutôt que par une autorité centrale. Les smart contracts sont, quant-à-eux, des programmes informatiques qui s'exécutent automatiquement lorsqu'un ensemble de conditions préalablement définies sont remplies. Ces conditions sont enregistrées sur la blockchain et sont vérifiées par le réseau de participants décentralisés. Les smart

¹² Microsoft (2023), « machine learning et deep learning : quelles différences ? ». (<https://experiences.microsoft.fr/articles/intelligence-artificielle/machine-learning-deep-learning-differences/>), consultation du 02/03/2023.

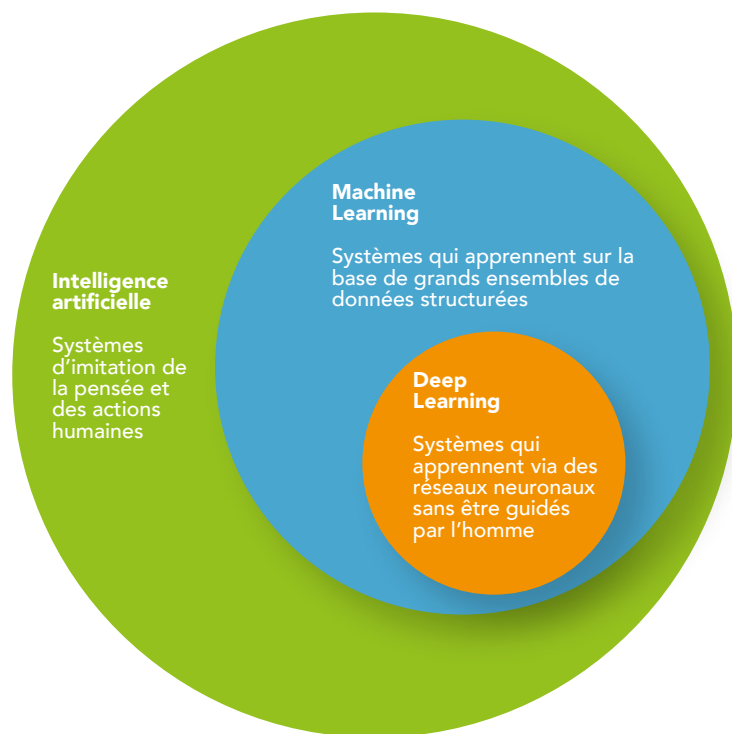
¹³ The Economist (2015), "The trust machine. How the technology behind bitcoin could change the world", 31 octobre. (<https://www.economist.com/weekleydition/2015-10-31>) consultation du 02/03/2023.

contrats peuvent être utilisés pour automatiser des processus et garantir l'exécution de contrats sans avoir besoin d'une tierce partie.

Dans le domaine du Bâtiment, l'évolution constante des technologies numériques offre des perspectives fascinantes pour la gestion automatisée, transparente et en temps réel des infrastructures. Selon Pascal Loisel, expert en la matière, la technologie blockchain et les smart contracts ouvrent « des perspectives incroyables » ! Elles pourraient révolutionner la manière dont nous gérons les bâtiments en permettant, par exemple, d'ajuster automatiquement la température ou la consommation électrique en fonction de divers facteurs. Bien que nous ne soyons pas encore parvenus à une mise en œuvre complète de ces technologies, nous pouvons entrevoir des exemples concrets d'améliorations apportées par leur utilisation. Comment ces innovations pourraient-elles transformer la gestion de notre environnement bâti ? Voici quelques pistes :

Figure 5 : IA, machine learning, deep learning

Source : IONOS (2023), Qu'est-ce que le machine learning ?, Digital Guide IONOS (<https://www.ionos.fr/digitalguide/web-marketing/search-engine-marketing/deep-learning-vs-machine-learning/>), consultation du 02/03/2023



- La blockchain peut être utilisée pour stocker et partager des données de construction, telles que les plans, les permis, les certifications et les rapports d'inspection, ce qui permettrait de réduire les erreurs, les fraudes et les retards.
- Les smart contracts peuvent être utilisés pour automatiser le processus de paiement des entrepreneurs et des fournisseurs de matériaux, en vérifiant automatiquement l'achèvement de travaux ou la livraison de matériaux avant de déclencher le paiement.
- La blockchain peut également être utilisée pour assurer la traçabilité des matériaux de construction, en enregistrant leur provenance, leur qualité et leur utilisation tout au long du cycle de vie du bâtiment, ce qui permettrait de garantir la qualité et la sécurité des bâtiments.
- Les smart contracts peuvent être utilisés pour automatiser les processus d'assurance construction, en déclenchant automatiquement les paiements en cas de dommages couverts par le contrat, sans avoir besoin de l'intervention d'une tierce partie.

LES NOUVEAUX MÉTIERS DATA DU BÂTIMENT ET DE L'IMMOBILIER

Le secteur de l'Immobilier voit émerger de nouveaux métiers liés à la collecte, l'analyse et l'interprétation des données des bâtiments connectés. Ces métiers sont souvent transversaux, avec des profils variés issus de champs disciplinaires différents. Nous avons déjà cité le data scientist, dont le métier consiste à modéliser et traiter les données recueillies pour anticiper les opérations de maintenance et fiabiliser la performance des bâtiments. D'autres métiers liés à l'Immobilier sont axés sur l'innovation, tels que celui de « directeur d'association » qui investit des espaces temporaires vacants pour les transformer en lieux de rencontres entre riverains, touristes et artistes, ou encore celui de « producteur d'installations artistiques » intégrées à l'architecture des bâtiments. Ces nouveaux métiers témoignent de la diversité grandissante et de la spécialisation croissante des professions de l'Immobilier à l'ère du numérique. Il est probable qu'à court terme, les acteurs de l'Immobilier auront besoin de façon massive des compétences de codeurs et développeurs informatiques, de spécialistes de l'IA et de la Blockchain pour valoriser leur patrimoine et les gérer de façon efficiente, transparente et ultra-sécurisée.

Conclusion :

l'avenir de la data dans le Bâtiment

PLUS RIEN NE SERA
DÉSORMAIS COMME
AVANT. LES CERTITUDES
SONT DEVENUES
INCERTITUDES.
L'IMPOSSIBLE EST DEVENU
POSSIBLE. **CE GRAND
BASCULEMENT EST UNE
OCCASION QU'IL NE FAUT
PAS RATER.**

Il constitue l'un de ces moments rares dans l'histoire où les nouveaux mécanismes, permettant d'absorber les nouvelles contraintes, remplacent les anciens.

« L'immobilier a son rôle à jouer dans la prise en compte du changement climatique » nous rappelle à juste titre Franck Pettex Sorgue ⁽³⁶⁾. Particulièrement vulnérable aux impacts du dérèglement climatique, la filière du bâtiment est déjà pleinement engagée dans la réflexion. Elle n'a désormais d'autres choix que de rentrer dans l'action. Par la sobriété énergétique, elle adapte les bâtiments aux effets du changement climatique. Par la décarbonation, elle contribue à atténuer le réchauffement climatique en limitant les émissions de carbone. Il reste désormais à s'entendre sur la trajectoire et le calendrier pour être en mesure de garantir aux occupants confort, bien-être et économies.

La filière du bâtiment connaît les enjeux, elle sait le rôle historique qui est le sien. Et comme le dit si bien Sénèque, « il n'y a de vent favorable à celui qui ne sait où il va » !





GLOSSAIRE

Big Data : ensemble des informations et données de grande quantité, très complexes et hétérogènes, qui nécessitent des techniques avancées pour les traiter et les analyser.

BLUECASTLE : système de gestion d'actifs développé par le groupe SOCOTEC. Il vise à optimiser la gestion et la maintenance des actifs du bâtiment, tels que les équipements techniques et les installations. BLUECASTLE fournit une vue d'ensemble complète des actifs, y compris leur historique, leur performance et leur état, ainsi que des informations sur les plans de maintenance et les coûts associés. Le but de BLUECASTLE est de maximiser la durée de vie des actifs et de minimiser les coûts d'entretien et de maintenance, tout en garantissant la sécurité et la qualité des bâtiments.

Building Operating System (BOS) : système de gestion de l'opération d'un bâtiment, qui sert de pont entre les différents équipements du bâtiment, les systèmes de communication et les systèmes de gestion technique du bâtiment (GTB), permettant ainsi une gestion efficace et centralisée des différentes fonctionnalités du bâtiment, telles que la climatisation, l'éclairage, l'énergie, etc. Le BOS peut être considéré comme le cerveau du bâtiment, en permettant une intégration complète des différents systèmes pour garantir le confort et l'efficacité énergétique des occupants.

Capteurs IoT (Internet of Things) : dispositif électronique qui est intégré dans un système de gestion de bâtiment pour surveiller et collecter des données environnementales telles que la température, l'humidité, la qualité de l'air, la lumière, la présence, etc. Les capteurs IoT peuvent être utilisés pour contrôler l'environnement dans les bâtiments en ajustant automatiquement le chauffage, la ventilation et la climatisation (CVC) pour améliorer le confort des occupants, économiser de l'énergie et réduire les coûts de fonctionnement. Les capteurs IoT peuvent également aider à détecter les fuites d'eau, les incendies, les intrusions et les dommages structurels dans les bâtiments. Les données collectées par les capteurs IoT peuvent être analysées et utilisées pour optimiser la gestion en temps réel des bâtiments, offrant ainsi des avantages en termes de sécurité, d'efficacité et de durabilité.

Contrôle de cohérence : processus qui consiste à vérifier la qualité et la fiabilité des données enregistrées dans les systèmes de gestion de l'information immobilière. Cela peut inclure la vérification de la conformité avec les normes de l'industrie, la vérification de la cohérence des données enregistrées par rapport à d'autres sources et la détection et la correction des erreurs et des incohérences. Le but principal est d'assurer la qualité et la fiabilité des informations pour une utilisation efficace et fiable dans les activités liées à l'immobilier.

Data : ensemble des informations et des données brutes collectées pour une utilisation ultérieure.

Data analytics : processus d'analyse des données pour en extraire des informations utiles pour la prise de décision.

Data governance : cadre de réglementation pour la gestion des données, incluant la définition des responsabilités, des processus et des politiques pour garantir la qualité des données.

Data management : processus de gestion des données, incluant la collecte, l'entreposage, l'analyse et la protection des données.

Data science : **Discipline qui utilise des méthodes** scientifiques, des algorithmes de traitement de données et de l'analyse statistique pour comprendre et extraire de la valeur des données.

Data non structurée : informations et données qui ne sont pas organisées selon un format prédéterminé, comme du texte, des images ou des vidéos.

Data structurée : informations et données organisées selon un format prédéterminé, comme des tableaux ou des bases de données.

Décret BACS (20 juillet 2020) : le décret « Building Automation & Control Systems » impose de mettre en place un système d'automatisation et de contrôle des bâtiments au plus tard pour le 1^{er} janvier 2025. L'obligation concerne tous les bâtiments tertiaires non résidentiels, pour lesquels le système de chauffage ou de climatisation, combiné ou non à un système de ventilation, a une puissance nominale supérieure à 290 Kw.

Dossier des ouvrages exécutés (DOE) : rendu obligatoire par l'article 40 du CCAG Travaux du Code des Marchés Publics, le DOE est un document contractuel remis à la maîtrise d'ouvrage lors de la livraison du chantier. Le DOE contient toutes les informations utiles d'éventuels travaux de maintenance.

Facility manager (FM) : professionnel responsable de la gestion efficace et efficiente des installations et des services associés à un bâtiment. Il s'assure de la qualité des services de base tels que la maintenance, la sécurité, la propreté et les services aux occupants. Le FM agit en tant que représentant de l'utilisateur final pour optimiser les performances du bâtiment et garantir la satisfaction des occupants.

Gestion de la maintenance assistée par ordinateur (GMAO) : logiciel de gestion de la maintenance utilisé dans le domaine du bâtiment pour gérer les activités de maintenance, les plans de maintenance et les historiques de maintenance des équipements. Il permet également de planifier les interventions de maintenance, d'optimiser les coûts de maintenance et d'améliorer la disponibilité des équipements en minimisant les temps d'arrêt. La GMAO aide à rationaliser les processus de maintenance en fournissant une vue centralisée de toutes les activités de maintenance et en permettant une planification et une analyse plus efficaces.

Gestion technique centralisée (GTC) du bâtiment : forme de GTB où les activités de gestion sont centralisées et gérées à partir d'un centre de contrôle central. Cette

approche permet de standardiser les processus de gestion technique, de rationaliser les ressources et de fournir une vue d'ensemble sur l'état des systèmes techniques dans l'ensemble du bâtiment. La GTC offre également une plus grande flexibilité et une meilleure capacité de décision en matière de gestion technique en utilisant des outils de contrôle automatisés pour surveiller les systèmes et gérer les incidents en temps réel.

Gestion technique du bâtiment (GTB) : ensemble des activités liées à la maintenance, à la gestion des installations techniques, à la surveillance des équipements et à la mise en œuvre des prestations liées aux bâtiments. Cela comprend la gestion des ressources, des budgets, des fournisseurs et des contrats de maintenance. Le but de la GTB est d'assurer le bon fonctionnement des équipements, de prolonger leur durée de vie et d'optimiser les coûts d'exploitation tout en garantissant la sécurité et le confort des occupants des bâtiments.

Jumeau numérique : représentation virtuelle d'un bâtiment ou d'un système de construction qui intègre des données en temps réel provenant de capteurs IoT et d'autres sources. Contrairement au BIM (Building Information Modelling), qui est principalement utilisé pour la conception et la construction d'un bâtiment, le jumeau numérique est utilisé pour surveiller et optimiser les performances et l'efficacité d'un bâtiment tout au long de son cycle de vie. Il permet aux propriétaires et aux gestionnaires de bâtiments d'obtenir des informations en temps réel sur l'utilisation de l'énergie, la qualité de l'air intérieur, la maintenance préventive et d'autres aspects de la gestion de bâtiments. Le jumeau numérique peut être utilisé pour simuler des scénarios et prévoir les résultats de différentes actions, ce qui peut aider à prendre des décisions éclairées en matière de maintenance, de mise à niveau ou de rénovation de bâtiments.

Logiciels CAO/DAO : les logiciels de CAO (Conception Assistée par Ordinateur) et de DAO (Dessin Assisté par Ordinateur) sont des outils informatiques utilisés dans la filière du Bâtiment pour améliorer la planification et la gestion des projets de construction. Ils permettent de concevoir et de visualiser des projets en 3D, de simuler différents scénarios, de modéliser le processus de construction, de gérer les coûts, les délais, les ressources et les matériaux nécessaires à la réalisation d'un projet de construction.

Machine learning : branche de l'intelligence artificielle qui utilise les algorithmes pour apprendre à partir des données et effectuer des tâches sans qu'elles soient explicitement programmées.

Monitoring : mise en place de systèmes de surveillance, généralement des capteurs, afin de mesurer et de suivre en temps réel l'état de santé et les performances des infrastructures bâties. Cela permet d'obtenir des informations en continu sur les différents éléments du bâtiment (telles que la consommation d'énergie, la qualité de l'air intérieur, les déplacements des occupants, etc.) et d'optimiser leur fonctionnement en conséquence.

Open Data : données liées à l'immobilier qui sont rendues accessibles et utilisables par le public. Il peut s'agir de données sur la construction, l'occupation, les coûts, les ressources énergétiques, etc. L'objectif de l'Open Data dans le domaine du Bâtiment est de favoriser la transparence, la collaboration et la compréhension du secteur immobilier.

Patrimoine immobilier : ensemble des biens immobiliers détenus par une personne ou une entreprise. Cela comprend les immeubles tels que les maisons, les immeubles de rapport, les terrains, les locaux commerciaux, les entrepôts, etc.

Photogrammétrie : méthode utilisée pour mesurer et surveiller les structures de bâtiments en utilisant des images photographiques. Cette technique permet de créer des modèles 3D précis et détaillés des bâtiments qui peuvent être utilisés pour les activités de planification, de conception et de suivi du bâtiment. Elle est notamment utilisée pour surveiller les modifications, détecter les anomalies et assurer la qualité du bâtiment.

Plan de pérennité : document qui décrit la stratégie et les moyens pour maintenir la performance, la sécurité et la qualité d'un bâtiment sur le long terme. Il peut inclure des informations sur la maintenance préventive, les mises à niveau de systèmes, les modifications futures, etc. Le but est de garantir la pérennité du bâtiment et de minimiser les coûts liés à la maintenance sur le long terme.

Proptech : contraction de « property » et « technology », les Proptechs désignent les start-up de l'immobilier passant par la technologie pour améliorer ou proposer des services nouveaux répondant à des usages et des attentes en constante évolution.

Real Estate Investment Manager (REIN) : appelé aussi « asset manager », le REIN désigne une entreprise ou une personne qui gère les investissements immobiliers pour le compte de ses clients (investisseurs institutionnels, investisseurs privés, etc.). Le REIN s'occupe de la stratégie d'investissement, de l'acquisition et de la gestion de biens immobiliers, y compris la gestion des locations et la maintenance des propriétés. Le REIN est responsable de maximiser les rendements pour les investisseurs tout en minimisant les risques.

Real Estate Property Management (REPN) : appelé aussi « property manager », le REPN désigne une personne ou une entreprise en charge de la gestion immobilière, c'est-à-dire la gestion de biens immobiliers tels que les immeubles de logements, les complexes commerciaux, les terrains industriels, etc. Cela inclut la gestion de la location, de l'entretien et de la maintenance des bâtiments, ainsi que la gestion des relations avec les locataires et la résolution des problèmes locatifs. Le REPN est souvent géré par des professionnels de la gestion immobilière, qui utilisent des outils informatiques pour faciliter la gestion de leur portefeuille de biens immobiliers.

Règlement Général sur la Protection des Données (RGPD) : règlement de l'Union Européenne qui a été adopté en 2016 et est entré en vigueur en mai 2018. Il établit les règles relatives à la protection des données personnelles des citoyens de l'Union Européenne, en fournissant des droits aux personnes concernées et en imposant des obligations aux organisations qui traitent leurs données. Le RGPD renforce les droits des personnes en leur permettant d'accéder à leurs données personnelles, de les rectifier, de les effacer, de limiter leur traitement et de les transférer à d'autres organisations. Il oblige également les organisations à fournir des informations claires et transparentes sur la façon dont elles traitent les données personnelles et à prendre des mesures de sécurité appropriées pour protéger ces données.

Les organisations qui ne respectent pas les règles du RGPD sont passibles de sanctions financières pouvant atteindre 4% de leur chiffre d'affaires annuel mondial ou 20 millions d'euros, selon le montant le plus élevé.

Rétro-BIM : approche qui consiste à utiliser des données de modèles BIM (Building Information Modelling) existants pour améliorer les processus de planification, de construction et de gestion des bâtiments existants. Cela peut inclure la collecte de données sur les caractéristiques du bâtiment, la qualité de la construction, les coûts d'exploitation, les performances énergétiques et la durabilité. Les données récoltées peuvent être notamment utilisées pour optimiser les opérations de maintenance, planifier les rénovations et les mises à niveau, et pour prendre des décisions de gestion de l'immobilier plus informées.

Return on Investment (ROI) : indicateur financier qui mesure le rendement d'un investissement par rapport à son coût. Il est calculé en divisant le bénéfice net de l'investissement par son coût total, et en exprimant le résultat en pourcentage. Le ROI est utilisé pour évaluer la rentabilité d'un investissement et pour comparer différentes opportunités d'investissement entre elles. Un ROI élevé indique que l'investissement est rentable, tandis qu'un ROI faible peut indiquer qu'il est préférable de chercher d'autres options d'investissement.

Scan plat : représentation numérique en 2D d'un bien immobilier.

Scan 3D : Représentation numérique en 3D d'un bien immobilier. Les espaces sont enregistrés dans les moindres détails, permettant ainsi de les « visiter » virtuellement.

Space planning : technique permettant, à partir d'une photogrammétrie modélisée en 3D, de simuler des scénarios d'occupation des locaux et d'optimiser les phases d'achat et d'aménagement.

BIBLIOGRAPHIE

AGARWAL Rajat, CHANDRASEKARAN Agarwal et SRIDHAR Mukund (2016), Imagining Construction's digital future, McKinsey&Company, <https://www.mckinsey.com/capabilities/operations/our-insights/imagining-constructions-digital-future>

BATIACTU et CAPEB (2022), Innovation et pratiques professionnelles : Baromètre Artisans 2022, juin/juillet, <https://www.capeb.fr/actualites/barometre-2022-capeb-batiactu>

ENGELBART Douglas (1962), "Augmenting Human Intellect: A Conceptual Framework", The Atlantic, <https://www.doungengelbart.org/content/view/138/>

MICROSOFT (2023), « machine learning et deep learning : quelles différences ? », <https://experiences.microsoft.fr/articles/intelligence-artificielle/machine-learning-deep-learning-differences/>

Ministère de la cohésion et des territoires (2019), Les Idées reçues sur le BIM, Plan Transition Numérique dans le Bâtiment.

IONOS (2023), Qu'est-ce que le machine learning ?, Digital Guide IONOS, <https://www.ionos.fr/digitalguide/web-marketing/search-engine-marketing/deep-learning-vs-machine-learning/>

SLIM Assen (2023), Guide : Faciliter l'autocontrôle et le contrôle à l'aide de la maquette numérique, Ministère chargé de la Ville et du Logement, BIM 2022, Action 2.

SOCOTEC (2022), Webinaire Infrastructures : anticipez vos risques avec le Jumeau Numérique, vendredi 21 octobre,

<https://www.socotec.fr/media/news/webinaire-infrastructures-anticipez-vos-risques-avec-le-jumeau-numerique>

SOCOTEC (2022), Webinaire Préservez vos infrastructures avec la maintenance prédictive, vendredi 25 mars,

<https://www.socotec.fr/media/news/webinaire-maintenance-predictive-infrastructures>

The Economist (2015), "The trust machine. How the technology behind bitcoin could change the world", 31 octobre, <https://www.economist.com/weeklyedition/2015-10-31>

Dans la même collection :

SOCOTEC (2021), Vers la sobriété énergétique dans la Construction et dans l'Immobilier : dispositifs et avis d'experts, Livret des experts SOCOTEC n°1.

SOCOTEC (2021), La construction Hors-Site : construire autrement maintenant, Livret des experts SOCOTEC n°2.

SOCOTEC (2021), Les énergies renouvelables (ENR), Livret des experts SOCOTEC n°3.

SOCOTEC (2022), L'Economie circulaire dans le Bâtiment, Livret des experts SOCOTEC n°4.

SOCOTEC (2022), L'essentiel des obligations réglementaires : établissements tertiaires et industriels, établissements recevant du public, Livret des experts SOCOTEC n°5.

SOCOTEC (2022), Vers la sobriété énergétique dans la Construction et dans l'Immobilier : dispositifs et avis d'experts mis à jour octobre 2022, Livret des experts SOCOTEC n°6.

LES RÉSUMÉS DES INTERVIEWS

Résumé Franck Pettex-Sorgue : La donnée n'est pas de la data tant qu'elle n'a pas été qualifiée pour un usage spécifique. La filière est complexe et intermédiée, avec beaucoup d'acteurs, ce qui explique pourquoi elle est restée archaïque dans son fonctionnement et sa digitalisation. Cependant, une évolution est perceptible aujourd'hui, avec les acteurs qui se tournent vers la numérisation pour gagner en productivité. Il y a toutefois des obstacles à surmonter, notamment l'absence de transversalité entre les différents acteurs de la filière. Les mouvements interprofessionnels cherchent à se donner des langages communs pour résoudre ce problème.

Résumé Alexandre Bompard : Le processus de numérisation implique la collecte et l'utilisation de données utiles pour les besoins des clients, tels que la maîtrise d'ouvrage. Le Groupe SOCOTEC dispose d'un outil BLUECASTLE pour collecter les données sur site et travaille avec environ 350 éditeurs. Les demandes des clients visent à connaître les surfaces, les pièces, les équipements techniques, ainsi que des demandes spécifiques en fonction de leurs besoins.

Résumé Bertrand Delcambre : Aujourd'hui, les outils informatiques permettent d'exploiter les bases de données pour décrire les 38 millions de logements en France, mais les bases de données n'ont pas encore été organisées pour être interopérables. Il y aura donc des efforts de normalisation nécessaires pour interconnecter les différentes bases de données. QUALITEL est conscient de l'importance de cet enjeu et travaille sur le développement du Carnet d'information du logement (CIL) pour standardiser les données.

Résumé Gauthier Magnaval : L'équipe Data de SOCOTEC Monitoring utilise les techniques de traitement de données, d'IA et de machine learning pour les industries des infrastructures et du bâtiment. La proposition de valeur de SOCOTEC Monitoring réside dans sa capacité à comprendre les algorithmes et à les associer aux compétences métiers des ingénieurs. L'équipe Data produit ses propres données à partir de capteurs variés et utilise également les données des clients, l'Open Data et les bases de données publiques.

Résumé Raphael Leclercq : Notre entreprise intervient habituellement en prestation de services et aide à structurer les données des clients sans nécessité d'intégration à notre système. Nous avons des collaborateurs « IA+X » avec une double expertise en Data Science et IA et en tant qu'ingénieur dans un métier spécifique. Notre approche de la data est adaptée au secteur des infrastructures et du bâtiment. La data comporte des enjeux tels que la collecte raisonnée, l'explicabilité des algorithmes d'IA, et l'adoption par les acteurs de la filière. La formation et l'accompagnement sont nécessaires pour favoriser l'adoption de la data. Il y a aussi un besoin de démystifier la data pour éviter les réfractaires et les attentes excessives.

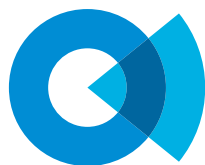
Résumé Pascal Loisel : Il existe un continuum de maturité digitale pour la digitalisation de l'industrie de la Construction. Le BIM a été la première initiative majeure mais a connu des difficultés en termes d'interopérabilité et de formation. Les plateformes de data ont facilité la collaboration mais ont créé des données en silo. La prochaine étape est l'agrégation des données de ces plateformes pour une interopérabilité accrue et une production de données dynamiques. Enfin, l'utilisation de l'IA pour automatiser la création de valeur mène au développement du « jumeau numérique » qui permet la digitalisation en temps réel du bâtiment pour une exploitation plus efficace.

Résumé Philippe Levy : Les bâtiments produisent de plus en plus de données, telles que des diagnostics, des rapports, des données issues des composants connectés, etc. Les bâtiments nous parlent et c'est devenu une nouvelle source de valorisation. La valeur d'un bâtiment dépend désormais aussi de sa capacité à produire de la donnée. Pour écouter le bâtiment, une démarche appelée CCTP (Collect, Check, Trust and Progress) a été développée par SOCOTEC. Elle aide les clients à collecter et structurer la donnée immobilière en cinq angles: BIM, équipement, bâti, logiciels et documentation. Les outils tels que le « BIM allégé », le « SCAN Plan », la « Réalité augmentée », etc., permettent de collecter les données et de les utiliser pour le « space planning », l'optimisation de l'aménagement, le contrôle de la conformité des travaux, etc. La collecte de la donnée consiste en des relevés sur site et le complément ou la mise à jour des informations préexistantes.

LE BÂTIMENT RESPONSABLE DE DEMAIN NE
SERA PAS SEULEMENT UN BÂTIMENT SOBRE EN
ÉNERGIE, MAIS AUSSI BIEN CONNECTÉ À SON
TERRITOIRE, **SOUCIEUX DE SON EMPREINTE
CARBONE** ET DE SA FAIBLE UTILISATION DE
RESSOURCES PRIMAIRES DANS TOUT SON
CYCLE DE VIE, ANTICIPANT SES MUTATIONS
POSSIBLES COMME SA DÉCONSTRUCTION, SE
PRÉOCCUPANT DE LA SANTÉ ET DU CONFORT
DE SES USAGERS, ET ÉCONOMIQUE EN
EXPLOITATION



BUILDING TRUST FOR A SAFER & SUSTAINABLE WORLD



SOCOTEC