

Utiliser le jumeau numérique dans le secteur de l'immobilier

Bruno Lopes¹, Pierre Mounsi², Grégoire Pierre³

1 Professionnel libéral, enseignant en gestion de projets de construction (CESI, ESTP, Université Gustave Eiffel)

2 Professionnel libéral, enseignant en droit immobilier et développement durable (CESI et ESTP)

3 Référent BIM / Chef de projet HVAC

Abstrait. Malgré l'introduction, il y a plus de dix ans, d'innovations techniques majeures (BIM, Digital Twin), dans le secteur immobilier, il n'est toujours pas possible de quantifier les apports et donc d'arbitrer sur leurs pertinences d'usage. L'organisation traditionnelle du secteur, pourtant largement défaillante, explique ses faiblesses et ses difficultés à intégrer correctement ces innovations dans ses processus de travail et a même imposé « ses méthodes et sa logique » au BIM.

Le BIM s'avère limité face aux enjeux de la mutation du secteur de la construction immobilière. A la place et s'il est bien utilisé, le jumeau numérique pourrait non seulement permettre au secteur de surmonter la crise, mais surtout être révolutionnaire.

Mots-clés : jumeau numérique, rentabilité économique incertaine, exemple du HVAC, rationalisation des usages du jumeau numérique, approche industrielle, solution.

Introduction

Le jumeau numérique a été une innovation majeure dans les processus industriels et son arrivée dans le secteur immobilier est un apport fondamental qui doit permettre, non seulement d'améliorer les processus de travail, c'est-à-dire de faire des gains de productivité classiques, rôle traditionnel des innovations, mais surtout de transformer profondément les méthodes de gestion de projet, tant en construction neuve qu'en rénovation, Avec, au final, l'espoir d'une baisse des prix et d'une amélioration, ou d'une préservation, des marges bénéficiaires.

Mais pour ce faire et pouvoir exploiter pleinement son potentiel, il est nécessaire de comprendre l'ampleur de cette innovation ainsi que son impact sur les projets immobiliers (§1). Or, à ce jour, et bien que le BIM, ou son ancêtre le modèle numérique, soit introduit sur le marché depuis plus d'une décennie, les acteurs et zéloteurs de ce marché ne sont toujours pas en mesure de répondre à une question simple : Est-ce rentable ?

En d'autres termes, est-il un outil indispensable parce que sa praticité technique l'a imposé, bien que son apport économique ne soit pas clairement connu, ou est-il utilisé parce qu'il apporte des gains de productivité et contribue à une évolution positive du secteur industriel ? Question corollaire, comment expliquer les incertitudes sur sa pertinence économique d'usage (§1-2) ?

En parallèle, le jumeau numérique, bien géré (§2-1), comme il peut l'être dans d'autres secteurs industriels et placé comme un élément central de la réorganisation du processus industriel, en l'occurrence la construction (§2-2), permet d'obtenir les avantages concurrentiels et économiques que l'on attend de toutes les innovations (§3).

Contexte

L'introduction d'innovations, et donc du jumeau numérique, dans les entreprises

Retour sur l'histoire des innovations

Les incertitudes sur ces questions sont des écueils presque systématiquement rencontrés lors de l'introduction d'innovations dans un secteur. L'arrivée d'une innovation fait toujours l'objet d'un sentiment biaisé pour le public qui ne découvre son existence que lorsqu'il atteint son seuil de maturité.¹

En effet, ce sentiment est déformé. L'idée qu'un jour un génie aurait inventé quelque chose de révolutionnaire dans son garage est fautive. Sans parler de l'autre idée fautive selon laquelle, en plus d'être un génie technique, cette personne serait également un génie de la gestion d'entreprise puisque grâce à sa découverte, et en peu de temps, à lui seul, il a réussi à devenir un leader dans son secteur au détriment des acteurs établis de longue date sur le marché. C'est la « gouroutisation » de l'économie.

L'histoire de l'économie nous enseigne que les innovations technologiques sont toujours antérieures à leur généralisation, ou émergence, parmi le public. Presque à chaque fois, il faut une crise économique majeure pour les imposer. Ainsi, le cinéma couleur et le cinéma parlant ont été inventés très tôt, dès le début du 20ème siècle, mais il faudra attendre la crise de 1929 et la chute drastique de la fréquentation des salles pour voir l'industrie cinématographique s'en emparer et l'introduire afin de ramener le public dans les salles de cinéma.²

Fort de cette historique expérience, lors de la crise de 2008, la même industrie a tenté de reproduire la recette en introduisant le cinéma 3D, mais sans succès durable cette fois.

Quand on y regarde de plus près, on comprend que chaque innovation est née bien avant la crise qui l'a révélée au public, mais qu'elle s'est retrouvée placée au cœur de l'évolution de son domaine en réponse à un blocage majeur de l'économie et de la société.³

Depuis lors, ces innovations sont devenues les nouveaux moteurs de croissance et de développement que l'histoire a gardé comme une révolution industrielle et économique.⁴

¹ <https://journals.openedition.org/quaderni/pdf/979>

² https://www.wipo.int/wipo_magazine/fr/2015/06/article_0004.html

³ <https://sorbonneco.hypotheses.org/tag/histoire-de-linnovation>Auteur, F.: Titre de la contribution. Dans: 9th International Proceedings on Proceedings, pp. 1-2. Éditeur, Emplacement (2010).

⁴ <https://www.melchior.fr/exercice/exercice-1-innovation-et-histoire-de-la-croissance-economique>

Discussion

Innovation technologique et bilan économique du secteur immobilier

Dans le secteur immobilier, le processus d'introduction des innovations technologiques a rarement fonctionné correctement, c'est-à-dire en respectant la logique qui a prévalu dans d'autres industries, à savoir la démonstration préalable à leurs introductions des gains économiques de ces apports.

Dans ce secteur, une autre théorie est en cours : lorsqu'un projet excessif apparaît sur le marché, tel un totem phallique de toute puissance, le krach économique intervient. L'innovation technologique pousse en effet ce secteur à aller le plus loin possible alors qu'une réflexion approfondie aurait dû prévaloir dans son utilisation et conduire à des adaptations structurelles. La crise de 1929 a vu le début de la construction de l'Empire State Building. Le 1er choc pétrolier est précédé par l'arrivée des Twin Towers de New York. La crise de 2008, le Palm Dubai et le Burj Khalifa. Aujourd'hui, The Line en Arabie Saoudite.

L'immobilier est un domaine qui garde une inertie d'évolution extraordinairement forte. Le jumeau numérique souffre aujourd'hui de ce phénomène, malgré tous les avantages qu'il pourrait nous apporter, s'il était bien utilisé et surtout au bon moment, ce qui permettrait aux acteurs du secteur d'en profiter pleinement.

Cependant, les données de base parlent d'elles-mêmes et montrent à quel point le jumeau numérique est indispensable et surtout comment il peut être une solution décisive pour surmonter la crise majeure qui commence.

Ainsi, de 1995 à 2014, le taux de croissance annuel de l'économie mondiale a été en moyenne de 2,7% par an, tiré par la révolution numérique et la mondialisation. Dans le secteur des produits manufacturés, cette croissance a été de 3,6 %, alors qu'elle n'a été que de 1 % dans le secteur de la construction.⁵

Le taux de productivité moyen au cours de la même période est passé d'une base de 100 à près de 200 pour les ouvriers d'usine, mais de 150 dans le reste de l'économie et douloureusement de 100 à 120 dans le secteur immobilier. En d'autres termes, les apports des technologies numériques et du jumeau numérique dans le secteur industriel ont permis de doubler la quantité de produits fabriqués par les salariés pour la même quantité de travail au cours de la période.

En revanche, dans le secteur de l'immobilier, aucun gain significatif de productivité n'a été réalisé, malgré l'apport de ces mêmes technologies mais aussi de produits préfabriqués plus faciles à mettre en œuvre (généralisation de panneaux électriques précâblés, cloisons sèches, salles de bains

⁵ Source : OCDE ; WIOD ; GGCD-10, Banque mondiale ; BEA ; BLS ; Organismes nationaux de statistique de Turquie, de Malaisie et de Singapour ; Rosstat; Analyse du McKinsey Global Institute

modulaires préfabriquées, outils électriques portables, totem numérique pour afficher la maquette sur site, BIM, etc...).

Une analyse simpliste pourrait conduire à expliquer cette stagnation en séparant la phase technique du site, qui répondrait à des problématiques spécifiques et où les gains seraient difficiles car il s'agit d'une activité mobilisant essentiellement de la main-d'œuvre, à la phase de gestion et de conception, où les apports technologiques auraient suivi l'évolution d'autres secteurs car ils sont plus intellectuels et peuvent donc plus facilement bénéficier de ses innovations, comme le jumeau numérique. Ce serait une mauvaise lecture des événements.

L'efficacité d'un travailleur dans le secteur industriel, qui mesure le nombre d'heures travaillées par rapport au nombre total d'heures payées, varie de 70 à 80% dans l'économie générale alors qu'elle varie de seulement 14 à 20% dans le secteur de la construction. En d'autres termes, la conception et la gestion des projets sont tellement efficaces qu'un travailleur sur site n'est productif que 14 à 20% de son temps de travail. Le reste de la journée, il ne produit aucune valeur ajoutée et attend des instructions, des fournitures, des plans...

Pire, malgré les évolutions, dont le BIM est depuis 10 ans le plus mis en avant, sur un chantier aujourd'hui seul 40% des tâches programmées sur 2 semaines sont accomplis. Donc, toutes les deux semaines, nous devons replanifier 60% du projet.

70% des tâches réalisées sont sans valeur ajoutée, au sens Lean du terme, 10% des équipements sont perdus sur chaque chantier, 22% des accidents du travail (et sur ce nombre de blessés, 8,6% auront un accident mortel). L'organisation, la planification, le BIM sont tellement efficace qu'un ouvrier du bâtiment parcourt en moyenne 13km chaque jour sur le chantier. Il reçoit 5 ordres contradictoires par jour et sera hors de vue sans supervision durant 6 minutes par jour et donc peut-être dans une zone dangereuse⁶.

Le mode d'organisation actuel des acteurs de ce secteur, qui vient de deux origines, explique ces mauvaises performances auxquelles il faut ajouter les effets sur les clients qui paient de plus en plus, pour de moins en moins de surface. C'est un autre des paradoxes de cette industrie. Habituellement, l'émergence d'une technologie innovante se fait en conservant les prix du produit habituel mais en améliorant sa fonctionnalité, son niveau de service, sa qualité, etc. Dans l'immobilier français, depuis 20 ans, plus le temps passe et plus la surface acquise est onéreuse et de taille réduite. Mais, bien entendu, c'est la faute de l'inflation, des taux d'intérêt, du prix des terrains, ...

La première des origines vient de la réglementation elle-même qui laisse le choix des entreprises au client, c'est-à-dire juridiquement au non-sachant, lors des phases d'appel d'offres. Cela joue un rôle décisif dans la composition de l'équipe qui réalisera le projet. Cependant, en leur laissant ce choix, ce privilège, ils empêchent les acteurs du secteur de s'organiser en une véritable Supply Chain et

⁶ Source : Luxembourg Institute of Science and Technology – 2017

donc de profiter de leurs synergies, de leurs retours d'expérience. À chaque nouveau projet, chaque client rebat les cartes en recomposant une équipe à ses besoins. Or, lorsqu'il s'agit de la fabrication d'un produit industriel complexe, ce sont les maîtres d'œuvre, voire les entrepreneurs généraux, qui sont libres de composer leurs équipes pour pouvoir réellement et dans les temps coordonner les savoir-faire et obtenir ainsi les gains de productivité, de qualité, de prix qu'ils permettent.

La deuxième origine vient de l'organisation choisie par les promoteurs et les constructeurs. En y regardant de plus près, ces entreprises ne sont pas des fabricants, mais des sociétés financières. Leurs objectifs ne convergent pas vers la réalisation de travaux immobiliers mais vers le gain de performance économique. Par conséquent, ils divisent les contrats en lots, en sous-lots, pour gagner plus d'argent, donc par dumping économique et non par recherche de performance technique. L'attribution des charges de travail n'est pas menée pour les placer auprès d'entreprises ayant la maîtrise exacte du geste, la bonne valeur ajoutée, mais uniquement avec celle offrant le prix le plus bas.

Dans l'esprit d'un promoteur ou d'un constructeur, l'évaluation de la création de valeur ajoutée se limite à mesurer la marge prévisionnelle sans anticiper les coûts cachés de ces décisions (coût supplémentaire du fait de l'allongement des délais, coût supplémentaire de malfaçon, gaspillage, etc.). Pourtant, là aussi, les chiffres sont terribles. Un chantier immobilier français consomme 1,2 à 1,3 fois les quantités nécessaires. En d'autres termes, et en exagérant à peine, tous les trois projets, ce sont les matériaux nécessaires à l'édification de 4 projets qui ont été achetés.

Ces deux origines combinées conduisent à l'organisation actuelle, qui prévaut depuis des décennies et qui fait dire à beaucoup que c'est la « méthode traditionnelle », le BIM y ayant été intégrée. Ainsi, ils peuvent fermer les yeux sur la nécessité d'évoluer pour mieux agir selon leurs habitudes et dans le pire des cas, arguer de leurs décennies d'expérience pour enseigner et imposer la reproduction de leurs erreurs.

Pourtant, les statistiques énoncées plus haut sont éloquentes et illustrent les résultats réels de cette méthode.

Pourtant 30 ans, 40 ans de mauvais gestes reproduit et promu ne feront que des décennies d'une expérience inutile qu'il ne faut justement pas reproduire.

Pourtant le rôle d'un industriel est de voir à long terme, d'analyser les causes racines de ses problèmes, de leur trouver des solutions afin de fonder sur le long terme sa rentabilité, pas de raisonner à courte vue en demandant *in fine* des gestes fiscaux pour compenser ses défaillances.

La méthode « traditionnelle » consiste à établir un avant-projet détaillé pour obtenir le permis de construire et d'entamer ainsi la commercialisation puis la construction, dès lors qu'un certain nombre de contrats de réservation auront été signés. Ainsi, le projet commence d'être fabriqué alors que sa conception n'est pas terminée.

Une fois le chantier ouvert, les examens des études d'exécution sont effectués et les plans finaux sont produits. Mais, si la construction a déjà commencé, c'est donc que les contrats d'exécutions ont déjà été attribués. Et comme le chantier est ouvert alors que seul un avant-projet détaillé (au mieux) a été établi, c'est qu'il faut en même temps construire et achever la conception.

À ce stade, une couche de défaillance supplémentaire est injectée. Le maître d'œuvre, au lieu d'assurer pleinement sa charge de conception, sous-traite aux entreprises cette partie pourtant stratégique.

Dès lors, les entreprises de construction se voient attribuées des lots de conception-réalisation et deviennent ainsi des bureaux d'études de conception autant que des fabricants. Mais sont-elles formées pour ce nouveau métier ? Sont-elles assurées pour cela ?

Tout ceci pourrait fonctionner sans difficultés, à condition que le chef d'orchestre de cette organisation face la synthèse au fur et à mesure et corrige les erreurs avant qu'elles ne surviennent (les fameux 20 à 30% de gaspillages, les 40% de tâches planifiées à 15 jours réellement exécutées).

C'est à ce stade que le BIM est intervenu, afin d'établir un processus de travail chargé de résoudre par avance tous ces maux. Comme si grâce aux facilités de communication, la technologie et les outils il était possible de compenser les défauts d'organisation, de compétences du chef d'orchestre et de gestion de projet.

Ainsi, l'aboutissement est atteint, le choix des partenaires de réalisation du projet avant même d'avoir déterminé le niveau exact de qualité de la main-d'œuvre, des connaissances, de la quantité, de la technicité qui sera nécessaire. Les écarts de performance sont déjà plus compréhensibles avec ce schéma organisationnel. Tant que le marché était en croissance et que les clients pouvaient acheter, le modèle ne faisait que se perpétuer. Mais maintenant que le crack s'installe, la remise en question est inévitable.

Les inconvénients managériaux et techniques de cette approche traditionnelle sont évidents et l'écart entre ce secteur et d'autres industries est incroyablement important. Cependant, il est possible d'introduire des réponses qui ont fait leurs preuves dans le reste de l'économie et donc par une approche purement industrielle.

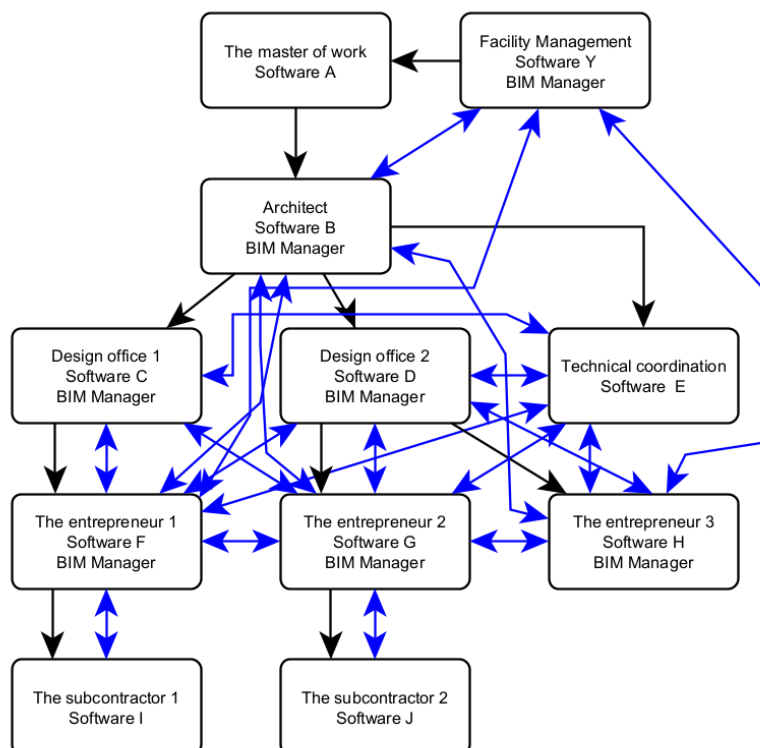
Tableau 1. Organisation actuelle

Figure. 1. L'organisation actuelle des acteurs d'un projet de construction et les liens existants entre eux. Noir = lien contractuel (transmission des exigences numériques). Exemple : spécifications BIM ; Bleu = Lien permettant la mise en place d'une organisation nécessaire à la création de productions numériques, conformément aux exigences contractuelles. Exemple : Convention BIM

Exemple CVC

Gérer le jumeau numérique à travers une approche industrielle en projet.

Les enjeux de la mise en place d'un projet intégrant le jumeau numérique.

Comme l'indique le rapport annuel 2015 de l'Organisation Mondiale de la Propriété Intellectuelle : « Toute innovation est nouvelle, mais certaines innovations sont plus importantes que d'autres en ce sens qu'elles impliquent des changements plus importants. L'innovation majeure en matière de découverte fait référence aux innovations qui ont un impact réel sur l'économie et la société et qui

les transforment. En d'autres termes, il s'agit d'innovations qui se traduisent par une croissance économique importante. (« Innovations majeures et croissance économique : les facteurs ... - OMPI »)

Le jumeau numérique est l'un d'entre eux, s'il est bien utilisé. Cette utilisation efficace nécessite une approche orientée vers la valeur cible et la recherche de résultats efficaces. Par exemple, aujourd'hui, le BIM intègre l'idée d'un leader dirigeant tous les sujets et acteurs (BIM Manager). Bien que cet acteur ne soit pas un expert dans la plupart des sujets techniques, il prend des décisions qui affectent parfois fortement le projet. Nous avons besoin d'une approche qui responsabilise les experts mobilisés au fur et à mesure que les marchés des équipements font des spécifications (un vrai) et des acteurs qui prennent la responsabilité de répondre via leur propre approche et non celle de leur client.

L'organisation traditionnelle du secteur l'empêche de comprendre comment introduire correctement les innovations et donc comment récolter les bénéfices du jumeau numérique.

Prenons l'exemple du modèle numérique pour les études fluides avec le lot HVAC (chauffage, ventilation, climatisation). Pour les études techniques sur les fluides, l'apport d'un modèle représentatif du futur bâtiment serait théoriquement important. En effet, le dimensionnement des systèmes implique l'analyse des espaces et de leur relation avec l'environnement. Ainsi, une maquette architecturale géoréférencée devrait permettre une facilitation de l'exercice.

De plus, nous assistons aujourd'hui à l'avènement de plusieurs suites logicielles permettant le prédimensionnement et l'adaptation des réseaux face aux contraintes architecturales. Cela faciliterait grandement les études et permettrait de s'adapter rapidement aux évolutions du projet.

Cependant, la réalité est malheureusement moins belle. En effet, les problèmes de compatibilité logicielle conduisent généralement à une rentrée totale du bâtiment sur la base des données de l'architecte. Ainsi, la réalisation d'une maquette numérique réalisée par l'architecte ne permet pas aux responsables techniques de gagner du temps. Pire, chaque mise à jour entraînera un doublon d'entrée qui induira une perte sèche pour le client.

De même, les distributions de dimensionnement via ce processus nécessitent la création d'un modèle détaillé de ces lots dès les premières phases de conception (APS et APD précoce). Ce type de réalisation n'est possible que sur des projets à forte valeur.

Ainsi, il est nécessaire de nuancer le sujet car dans l'état actuel du modèle organisationnel et la manière dont le secteur pratique ces technologies et innovations innovantes, la réalisation d'une maquette numérique détaillée en phase de conception conduit à une augmentation du détail de l'étude. La phase de conception érode progressivement les phases d'étude de mise en œuvre. Cependant, sans évolution du modèle organisationnel, il ne peut être réellement efficace qu'à une condition : l'adoption d'un modèle de projet où la conception n'est pas remise en question ou

détaillée par les études d'exécution. En effet, plus la conception est détaillée, plus cela prendra de temps.

Pour l'instant, c'est dans la phase d'exécution que ces réflexions sont faites et que la refonte du projet est menée entraînant des pertes financières bien réelles par la multiplication des tâches sans valeur ajoutée, le fameux MUDA.⁷

Ainsi, la mise en place d'un jumeau numérique détaillé dès la phase de conception pour faciliter les études et leur communication nécessite une gestion qui diffère du processus français traditionnel sur la gestion de projet de construction.

Défis

La réorganisation des processus industriels et du secteur comme condition *sine qua non* de la création de valeur en temps de crise : le jumeau numérique comme élément central de cette réorganisation.

Le jumeau numérique offre aux professionnels un outil supplémentaire pour mener leurs missions de conception ou de construction. Ces éléments sont principalement au service des utilisateurs de cette approche, à savoir les titulaires de marchés : services intellectuels, travaux ou fourniture et installation. C'est par son utilisation que le détenteur pourra produire certaines analyses, mais aussi les exposer à son client pour validation et réception. Pour ces derniers, le jumeau numérique, ainsi que les résultats de son utilisation, constituent des éléments factuels sur la cohérence des services de son titulaire face aux besoins du projet.⁸

Exposer ses exigences sans être intrusif dans les moyens et les méthodes.

Le client doit se concentrer sur la définition des attentes de ses fournisseurs. C'est pourquoi les exigences données aux titulaires pendant toute la durée de son contrat doivent être encadrées dans les documents écrits de son contrat. C'est là que le client doit être précis quant aux besoins de ce dernier vis-à-vis des finalités de la mission contractée.

Définir ces besoins par analogie, ou cas d'usage, comporte des risques importants pour le client et son projet. Le risque majeur pour ces derniers est d'obtenir une réponse partielle aux besoins du

⁷ Guide de pratique Agile. Project Management Institute & Agile Alliance. Pennsylvanie : Project Management Institute, Inc., 2017.

⁸ DE-CICCO, Rebecca. Digital Twins : faire passer la construction au niveau supérieur. Dans BIMToday décembre 2021 ISSN 2632-9336.

projet par les détenteurs, car limitée par des exigences contractuelles trop éloignées des besoins réels du projet.

Dans ce cas, le client est tenté de modifier ses exigences avec le titulaire, qui cherchera à se défendre via le périmètre et les exigences stipulées sur son marché. Le client est donc tenu de modifier les conditions du titulaire du contrat pour combler les lacunes contractuelles constatées au cours du projet. Cela peut entraîner un contrat des services manquants par des modifications ou la sollicitation d'un contrat supplémentaire. Et cela nous donne la pratique de la convention BIM aux obligations évolutives ou aux contrats subséquents.

L'autre risque majeur de la définition des exigences techniques par analogie est le gaspillage. De nombreux services seront produits par le titulaire sans qu'ils répondent aux besoins du projet. Le client finance ainsi des prestations qui ont peu ou pas de valeur ajoutée au projet.⁹

Ces deux scénarios affectent négativement les comptes financiers du projet ainsi que la charge de travail apportée par les tâches supplémentaires à traiter par toutes les parties prenantes au cours du projet. Sans parler des conséquences induites, au cours du projet, par les risques générés par ces deux situations.

Il est possible de réduire ces risques en définissant des besoins contractuels via une approche spécifique à chaque nouvelle opération et pour chaque marché à attribuer.

La définition du besoin technique peut être abordée par des approches de gestion de projet telles que l'analyse de la valeur. Menée en amont de la rédaction des documents des dossiers de consultation, cette démarche permet l'identification factuelle du périmètre qui doit couvrir chaque marché et permet d'en déduire des objectifs mesurables.

Factuelle, car cette approche trouve la position du titulaire dans le contexte du projet et relie les besoins du projet en fonction de cette position. Ainsi, l'oubli comme la demande excessive d'exigences au titulaire sont largement écartés.

Mesurable, par le fait que les besoins sélectionnés font préalablement l'objet d'une étude de rentabilité tant qualitativement que financièrement.

Cette approche donne lieu à la description des résultats à obtenir pour répondre aux besoins du marché et à une liste éclairée de produits livrables à fournir par le titulaire du permis. Couplés à une approche Lean Agile, ils permettront de réduire toute exigence qui se traduit par la création de valeur non ajoutée pour le projet.

⁹ Guide de pratique Agile. Project Management Institute & Agile Alliance. Pennsylvanie: Project Management Institute, Inc., 2017.

A travers ces éléments, lors de l'appel d'offres, le futur titulaire doit prouver sa compréhension du contexte et de la nécessité du projet par une proposition technique décrivant les moyens et méthodes qu'il entend utiliser pour répondre aux enjeux de son contrat et du projet. En ce sens, les détenteurs limitent l'utilisation du jumeau numérique par rapport à leur mission et à leurs compétences pour créer de la valeur ajoutée au projet. Dans un souci de compétitivité, les utilisations secondaires du jumeau numérique par le détenteur sont naturellement écartées en raison d'un manque de rentabilité.

La description des moyens et des méthodes par le donneur d'ordre doit être évitée tant par les risques juridiques que techniques que cette pratique comporte.

D'un point de vue juridique, le titulaire est considéré comme un sachant technique auquel on demande ses capacités. Si le client interfère dans le fonctionnement du titulaire, en tant que sachant, peut être transféré des responsabilités qu'il ne devrait pas assumer. C'est l'immixtion du maître d'ouvrage.

Au niveau technique, le titulaire du marché met en pratique les méthodes de travail en utilisant les moyens dont il dispose. Contredire ces méthodes peut compromettre l'efficacité du titulaire ou même l'induire en erreur.

L'utilisation du Jumeau Numérique, une démarche volontaire bien plus que contrainte.

La décision d'utiliser le jumeau numérique lors de l'exécution de prestations intellectuelles doit être arbitrée par le titulaire du contrat. En effet, cet arbitrage est important pour éviter une utilisation constante du jumeau numérique. Et ce même lorsque la mission et/ou le contexte ne s'y prête pas. En d'autres termes, un prestataire intervenant dans la conception doit privilégier l'utilisation du jumeau numérique pour lui permettre de répondre au mieux aux besoins techniques de la conception. Il en est de même pour un constructeur : contribuer à l'atteinte des objectifs liés à la réalisation de l'œuvre.¹⁰

En outre, l'utilisation volontaire du jumeau numérique peut être bénéfique pour les opérateurs historiques lorsqu'ils sont contraints d'adapter leurs méthodes de travail aux changements du contexte de leur marché. Dans ce cas, les titulaires sont moins obligés de modifier tout ou partie de leurs pratiques, car ils n'ont pas à suivre une approche imposée.

Comme pour les pratiques et technologies numériques similaires, les fournisseurs sont naturellement encouragés à intégrer l'utilisation du jumeau numérique dans leurs pratiques de deux manières : les gains de performance apportés par le jumeau numérique et l'impulsion concurrentielle du marché. La généralisation de l'utilisation du jumeau numérique par les

¹⁰ CHORLTON, Samuel. Digital Twin Hub marque un premier semestre réussi. Dans BIMToday décembre 2020 ISSN 2632-9336.

fournisseurs via des obligations légales ou contractuelles n'est pas nécessaire. Par ailleurs, une incitation à l'usage par obligation contractuelle, comme aujourd'hui, peut tendre à banaliser son usage au point de créer une confusion dans la compréhension du titulaire : produire un jumeau numérique pour l'envoyer au donneur d'ordre et non pour combiner l'exécution de ses services.

Les principes de contrôle et de validation du jumeau numérique, comme avantage concurrentiel et économique

Le contrôle de la production d'un service relève de la responsabilité de l'auteur de ce dernier. Le client doit gérer la réception d'un ou plusieurs livrables résultant du service. Il est donc important de rendre l'attributaire de la licence informatique de production du service responsable d'effectuer des contrôles continus de ses productions en exigeant la transmission et la présentation de preuves de leur production à intervalles réguliers.

Que le contractant puisse le faire ou non, il est préférable de ne pas intervenir dans la conduite régulière de ces contrôles, mais plutôt d'émettre un avis sur la pertinence et les résultats des contrôles produits par le titulaire. En effet, contrôler la production aux lieux et places de l'exploitant revient à lui reprendre cette mission lorsqu'elle est contractuellement comptabilisée du côté de l'exploitant et non du fabricant. De plus, intervenir pour juger de l'efficacité de la performance des services actuels ou de la qualité du jumeau numérique avant que ce dernier ne soit publié en version définitive, ne permet pas au client de recevoir l'aide de tous les leviers obligeant le titulaire à effectuer une correction.

Si le donneur d'ordre intègre le jumeau numérique à la liste des livrables du contrat de son prestataire, le principe ne change pas : le contrôle doit se faire sur un élément opposable donc une version qualifiée de réussie par le titulaire. Pour faciliter le contrôle de réception du client, il est possible de soutenir une production ponctuée de scènes facilitant ainsi le travail de réception.

Le principe consistant à récupérer régulièrement les résultats non finis de la production du détenteur, pour effectuer des contrôles et réduire le risque d'écarts importants entre la demande et le livrable final, est cohérent. Néanmoins, la demande doit être principalement supportée par le détenteur et non par le client, car les problèmes liés à la production non conforme concernent principalement le détenteur du marché qui doit, lors de la définition des moyens et méthodes de production, répondre à ce type de risque par des actions correctives. De plus, en cas d'écart, le titulaire est de loin le mieux placé pour réorganiser ses ressources afin d'aboutir à une production conforme aux attentes contractuelles.¹¹

Ce n'est qu'une fois ces opérations préliminaires terminées que l'appel d'offres commence et, après, le chantier. Dès lors, le projet retrouve sa cohérence industrielle. Une phase de conception plus

¹¹ BONNER, Gavin. L'ingénierie numérique peut-elle faciliter une voie plus rapide vers l'atteinte de nos objectifs de zéro émission nette ? Dans : BIMToday BIMToday décembre 2021 ISSN 2632-9336.

longue pour aboutir à des plans d'exécution détaillés. Une phase d'appel d'offres basée sur des références quantitatives et réelles, donc des gains économiques à l'achat. Une phase de construction où les entreprises de construction sont remises au cœur de leur valeur ajoutée : la fabrication, sans problèmes de transition numérique à gérer mais des fiches des étapes de contrôles supplémentaires à respecter. À la fin de la chaîne, des gains de productivité, d'efficacité, de baisse des prix, de consolidation des marges bénéficiaires, etc., seront obtenus, comme on l'a vu au cours des dernières décennies dans d'autres secteurs industriels.

Solution

De tout cela, il ressort qu'il est nécessaire de revoir l'organisation même des projets, de modifier la répartition des tâches entre les acteurs et même lorsque le niveau d'ingénierie déployé le rend nécessaire, essentiellement dans les nouveaux programmes et les réhabilitations lourdes, de fonctionner comme d'autres secteurs industriels le font depuis longtemps, de scinder les projets en deux étapes.

Une première étape de conception au cours de laquelle la réalisation d'un jumeau numérique entièrement accompli sera l'objectif à atteindre, ce sera le livrable. Grâce à elle, toutes les simulations requises par la réglementation en vigueur et les labels en vogue (RE2020, BREEAM, LEED, etc.) peuvent être réalisées, différentes solutions testées pour obtenir la meilleure efficacité (économique et environnementale). Cette approche permettra enfin de faire des appels d'offres cohérents, sur une parfaite connaissance des quantités, des références et du savoir-faire qui doivent être réellement maîtrisés pour aboutir à une construction efficace (environnementale, économique, respect des délais, qualité optimale).

Tableau 2. Mission d'étude et de conception : livraison du jumeau numérique.

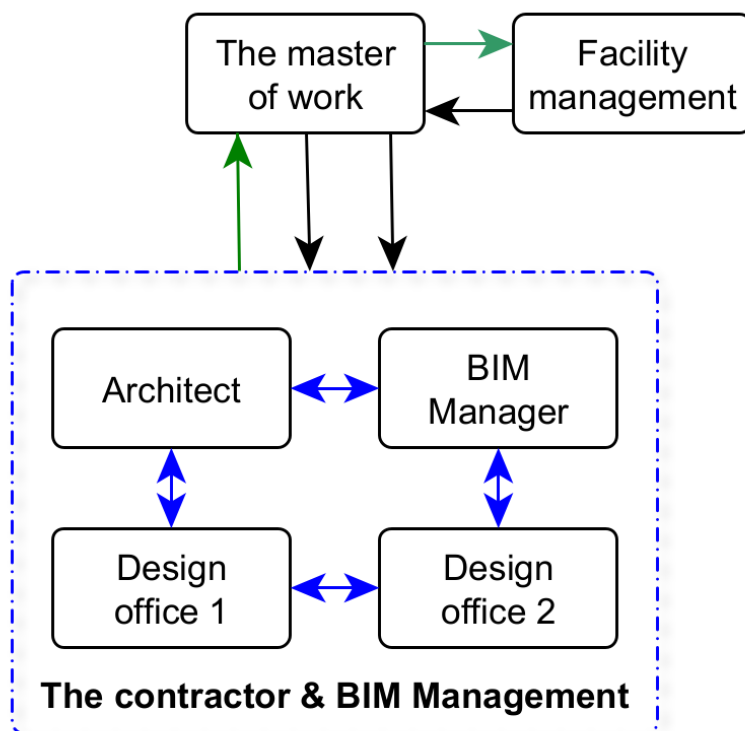


Fig. 2. Noir = lien contractuel (transmission des exigences numériques). Exemple : cahier des charges BIM, Bleu = Lien permettant la mise en place d'une organisation nécessaire à la création de productions numériques, conformément aux exigences contractuelles. Exemple : Convention BIM, Green = Transmission de livrables numériques. Exemple : jumeau numérique ou MN BIM, Dotted Blue : Partie prenante mandatée pour produire des livrables numériques.

La deuxième étape du projet sera le lancement de la production. Au cours de cette étape, les données à rapporter seront donc plus faibles et plus axées sur le contrôle de l'exécution et la conformité de la classification des données d'exécution (feuilles d'autocontrôle, IFC documentaire, etc.). Cette approche ne permettra de commencer qu'en sachant clairement ce qui doit être réalisé et donc de limiter, voire d'éliminer, le recours à la modification des permis de construire. Surtout, elle permettra de remettre chacun des acteurs dans ce qui est au cœur de son efficacité, de son savoir-faire, de sa fabrication et donc aussi de résoudre la question de la transition numérique des entreprises du BTP.

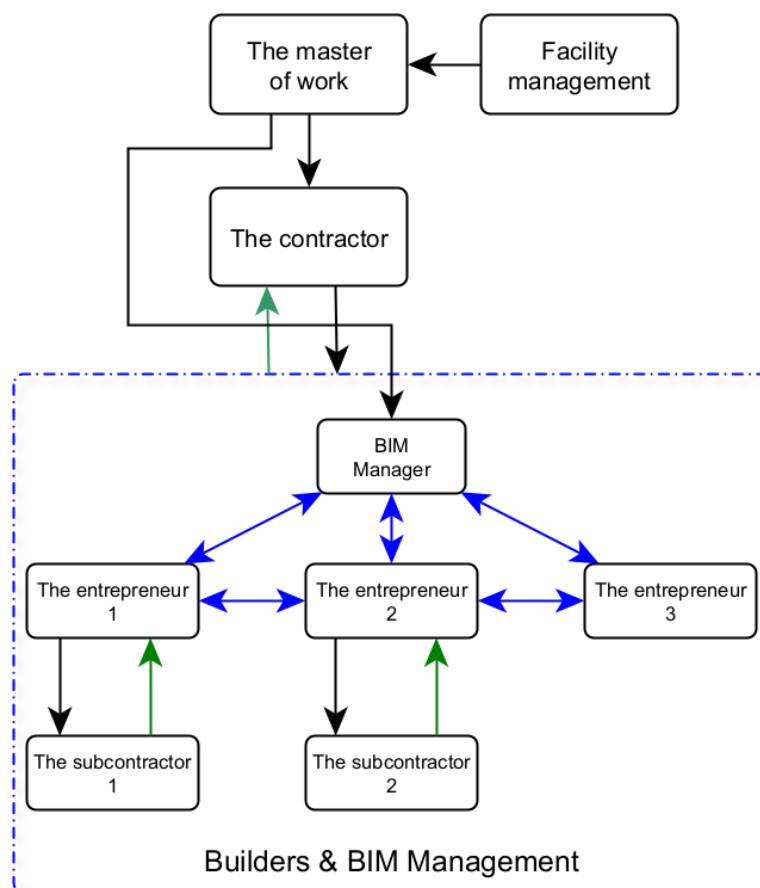
Tableau 3. Phase de production : construction du bâtiment

Fig. 3. Noir = lien contractuel (transmission des exigences numériques). Exemple : cahier des charges BIM, Bleu = Lien permettant la mise en place d'une organisation nécessaire à la création de productions numériques, conformément aux exigences contractuelles. Exemple : Convention BIM, Green = Transmission de livrables numériques. Exemple : jumeau numérique ou MN BIM, Dotted Blue : Partie prenante mandatée pour produire des livrables numériques.

Un constructeur est un fabricant, actuellement on lui demande d'être à la fois bureau d'études et constructeur. On lui demande aussi de faire les deux missions en même temps, ce qui entraîne toutes ces pertes de valeur, cette improvisation industrielle. Avec cette organisation, certaines entreprises vont construire en n'ayant, comme auparavant, que des plans à lire. D'autres les auront conçus, mais bien avant le début de la construction.

Là, il sera possible d'économiser de l'argent et d'atteindre une efficacité totale, regagnant ainsi des marges tout en réduisant considérablement les prix pour les clients. Si l'on ne considère que les

niveaux de gaspillage atteints, c'est déjà une roue d'économie potentielle de 20 à 30% du coût des projets. Et si vous prenez en compte les coûts cachés de la reprogrammation de 60% des tâches d'un projet toutes les deux semaines, vous pouvez imaginer le potentiel.

Références

<https://journals.openedition.org/quaderni/pdf/979>

https://www.wipo.int/wipo_magazine/fr/2015/06/article_0004.html

<https://sorbonneco.hypotheses.org/tag/histoire-de-linnovation>Auteur, F. : Titre de la contribution. Dans: 9th International Proceedings on Proceedings, pp. 1-2. Éditeur, Emplacement (2010).

<https://www.melchior.fr/exercice/exercice-1-innovation-et-histoire-de-la-croissance-economique>

Source : OCDE ; WIOD ; GGCD-10, Banque mondiale ; BEA ; BLS ; Organismes nationaux de statistique de Turquie, de Malaisie et de Singapour ; Rosstat; Analyse du McKinsey Global Institute

Source : Luxembourg Institute of Science and Technology – 2017

Guide de pratique Agile. Project Management Institute & Agile Alliance. Pennsylvanie: Project Management Institute, Inc., 2017.

DE-CICCO, Rebecca. Digital Twins : faire passer la construction au niveau supérieur. Dans BIMToday décembre 2021 ISSN 2632-9336.

Guide de pratique Agile. Project Management Institute & Agile Alliance. Pennsylvanie: Project Management Institute, Inc., 2017.

CHORLTON, Samuel. Digital Twin Hub marque un premier semestre réussi. Dans BIMToday décembre 2020 ISSN 2632-9336.

BONNER, Gavin. L'ingénierie numérique peut-elle faciliter une voie plus rapide vers l'atteinte de nos objectifs de zéro émission nette ? Dans : BIMToday BIMToday décembre 2021 ISSN 2632-9336.