

Comment le BIM, le Lean pourraient aider à enrayer la chute de production de logements ?

Bruno Lopes 1, Pierre Mounsi 2, Boubacar Seck 3

1 Professionnel Libéral, Chargé d'enseignements en management de projets de la construction (CESI, ESTP, Université Gustave Eiffel), bruno_lopes87@yahoo.fr

2 Professionnel Libéral, Chargé d'enseignements juridiques et économiques (CESI et ESTP), pierremounsi@gmail.com

3 CESI École d'Ingénieurs, Centre de Paris-Nanterre, France, bseck@cesi.fr

Résumé : L'immobilier est un secteur industriel à part entière mais qui ne se vit pas comme tel, or il va devoir s'adapter, comme tous les autres secteurs économiques avant lui, aux réalités du marché économique. Une conjonction de plusieurs facteurs met en péril l'équilibre économique des projets de construction et/ou de rénovation et offre l'opportunité de mieux intégrer les évolutions technologiques et les nouveaux outils. Mais de nombreux obstacles restent à abattre pour réussir cette transition. Heureusement, des solutions et des méthodes existent et offrent des solutions, bien qu'il reste beaucoup de travail à faire.

Mots-clés: BIM, Organisation, LEAN

Abstract: Real estate is an industrial sector in its own right but it is not seen as such, but it will have to adapt, like all the other economic sectors before it, to the realities of the economic market. A combination of several factors jeopardizes the economic balance of construction and/or renovation projects and offers the opportunity to better integrate technological developments and new tools. But many obstacles remain to be overcome to make this transition a success. Fortunately, solutions and methods exist and offer solutions, although much work remains to be done.

Keywords: BIM, Organisation, LEAN

1 Introduction

Le secteur immobilier ralenti et fait face à de nombreux défis. Habituellement, lorsqu'un indicateur économique passe au rouge différentes solutions s'offrent alors aux acteurs du secteur pour surmonter l'épreuve. Cette fois, ce n'est pas un mais plusieurs indicateurs qui virent au rouge en même temps, au point que les obstacles à franchir se multiplient et que les solutions disponibles pour encaisser le choc s'amenuisent.

La spirale infernale s'est enclenchée début 2020, avec une recommandation du Haut Conseil de Stabilité Financière ayant rappelé à l'ordre les opérateurs de crédits en leur rappelant qu'il convenait d'appliquer avec rigueur les modalités d'évaluation de la solvabilité des emprunteurs, modalités qui avaient fait l'objet d'une interprétation souple jusque-là [1]. Cette instruction a été renforcée par la recommandation, du même conseil, de janvier 2021 [2]. L'estimation faite, pour la seule année 2020, par les organismes de crédits évaluait alors à environ 200 000 dossiers d'emprunts qui ne pourraient pas aboutir, sur 1 300 000 emprunts attribués cette année-là [3].

Le second indicateur à passer au rouge fût plus classique et est inhérent à toutes périodes préélectorales, à laquelle il faut rajouter les effets de la crise Covid et de ses confinements successifs, c'est la diminution des demandes et de l'obtention des permis de construire, qui à chaque fois met en panne la machine de production [4]. Après une chute spectaculaire, la remontée fût tout aussi étonnante, mais s'explique en grande partie par l'avènement de la nouvelle réglementation environnementale [5].

C'est en effet, le troisième indicateur clé à passer au rouge. Comme cela avait été observé lors de l'avènement de la réglementation précédente, la RT2012, une anticipation des effets de l'entrée en vigueur de la norme a été faite par les industriels du secteur qui ont préféré obtenir des permis selon la méthode qu'ils maîtrisaient (RT 2012) plutôt que de demander les autorisations à compter de janvier 2022 et d'être donc soumis à la nouvelle réglementation (RE2020) [6]. Ce subite rebond ne s'est pas accompagné, en revanche, d'une hausse des mises en chantier, bien au contraire.

Le quatrième indicateur est évidemment la situation des approvisionnements en matières premières, matériaux de construire et autres produits nécessaires à l'édification du conflit Russo-Ukrainien et de la hausse, antérieure, du prix des matériaux.

À cela s'ajoute désormais la hausse des taux d'intérêts, les annonces de plusieurs grandes banques de restreindre encore l'accès aux crédits pour cette année en refusant les dossiers amenés par des intermédiaires, soit entre 35 et 40% des dossiers [7].

Ainsi, le secteur immobilier se retrouve face à une problématique inédite, résoudre dans l'urgence une crise multifactorielle et ce alors que, jusque-là, cette industrie ne nous a pas habitués à la même souplesse d'adaptation et de réactivité que les autres secteurs industriels.

Le secteur doit également, comme si ce n'était pas assez, d'une part faire face à l'entrée en vigueur de la réforme, partielle, du Code de la Construction et de l'Habitation, entrée en vigueur au 1^{er} juillet 2021, qui bouleverse les modalités de gestion de projet de construction, et d'autre part, poursuivre son assimilation des nouveaux outils numériques. Le BIM en est la méthode de gestion fédératrice et les acteurs du secteur doivent désormais déterminer sa rentabilité et son positionnement idéal dans la chaîne de valeur pour pouvoir profiter des gains de productivité qu'il promettait initialement.

C'est donc autour de ces deux problématiques centrales que doivent travailler les professionnels du secteur pour réussir à surmonter la crise :

- La réforme du Code de Construction, et non la RE2020, bouleverse l'économie de la construction en imposant de nouvelles études réalisables uniquement grâce au BIM (jumeau numérique) ;
- Le financement des opérations de construction nécessite dès lors une augmentation très importante des investissements initiaux, nécessaires pour lancer les opérations.

2 Un contexte réglementaire qui explique en partie les difficultés.

Les crises sont toujours l'occasion de voir se généraliser l'usage de nouvelles techniques, de nouveaux modes d'organisations, de nouvelles technologies, qui avaient été introduites quelques temps avant le choc, pour mieux le surmonter et retrouver un avantage concurrentiel.

Les niveaux de rentabilités obtenus avec les « méthodes traditionnelles » par les acteurs économiques leurs ont souvent fait négliger, avant crise, les apports de ces nouveautés pour privilégier la surexploitation des moyens habituels. Or, lorsque survient la crise, la non-maîtrise de ces innovations et la perte de rentabilité des méthodes traditionnelles génèrent un effet ciseau catastrophique pour beaucoup d'entre eux et par voie de conséquences pour le consommateur.

Dans le secteur immobilier, ce sont les effets conjugués de la force de l'habitude sur les moyens et méthodes de productions, de la re-solvabilisation, régulière depuis 2000, des clients grâce à la baisse des taux d'intérêts et des dispositifs d'amortissements fiscaux et de la difficulté à intégrer au bon niveau les nouvelles technologies qui peuvent expliquer les risques inhabituels que connaît le secteur.

Avec l'avènement du Code de la Construction et de l'Habitation, nouvelle mouture, au 1^{er} juillet dernier, les modalités de gestion de projet ont été profondément revues. Bien qu'annoncée de longue date, cette évolution profonde n'a été anticipée ni par les maîtres d'ouvrage, ni par les maîtres d'œuvre. Afin de s'assurer d'un suivi fidèle à son plan, le Législateur a commencé, dans cette nouvelle mouture, par figer, imposer, le sens de vingt termes fondamentaux afin d'harmoniser le vocabulaire au sein du secteur [8].

Pour bien comprendre ces évolutions, trois de ces vingt définitions doivent retenir l'attention, chacune étant numérotée, nous les prendrons par leurs numéros respectifs :

« 14° Objectif général : un objectif assigné au maître d'ouvrage par le législateur dans un champ technique au sens du présent article, précisé le cas échéant par les résultats minimaux à atteindre ;

16° Règle de construction : une disposition fixant des résultats minimaux ou les moyens permettant de respecter les objectifs généraux lors de la construction, l'entretien et la rénovation des bâtiments ;

7° Champ technique : un ensemble cohérent de règles de construction pour lequel un ou plusieurs objectifs généraux sont définis (...). Le titre V rassemble les champs techniques suivants, relatifs à la qualité sanitaire des bâtiments : réseaux d'eau, qualité d'air intérieur, acoustique, ouvertures, règles dimensionnelles, autres équipements. (...) et le titre VII sur le champ technique de la performance énergétique et environnementale. »

Une fois posé le vocabulaire, le Législateur précise que « Tout projet de construction ou de rénovation de bâtiment respecte les objectifs généraux » explicités ensuite dans le code, et que « Lorsque des résultats minimaux sont fixés par voie réglementaires pour respecter ces objectifs, ils doivent être atteints » [9]. Il n'y a donc plus aucune souplesse, en apparence, dans le respect des objectifs définis par l'État et tous les ouvrages sont concernés, aussi bien les neufs, c'est la RE2020, que les anciens, c'est le CCH.

Ainsi donc, la gestion des projets de construction, ou la rénovation et donc la gestion du patrimoine existant, doit se plier à ces nouvelles modalités qui prévoient que « Chaque solution technique à laquelle recourt un maître d'ouvrage dans un projet de construction ou de rénovation de bâtiment respecte le ou les objectifs généraux définis pour le champ technique dans lequel elle est mise en œuvre. » [10].

Ainsi donc, une nouvelle chronologie de la gestion des projets immobiliers est établie par l'État. Cette chronologie débute par l'établissement de la liste des objectifs généraux du projet par le maître d'ouvrage, qui les livrent ensuite au maître d'œuvre. Celui-ci établit alors le champ technique qui va décrire les modalités d'exécution du marché. Pour chaque solution technique, le champ technique

décrit alors la mise en œuvre desdites solutions techniques et justifie de l'atteinte du ou des objectifs généraux.

Afin de favoriser le recours aux énergies renouvelables, les bâtiments font l'objet, avant leur construction ou la réalisation de travaux de rénovation énergétique, d'une étude de faisabilité technique et économique qui évalue les diverses solutions d'approvisionnement en énergie. Aussi, dès le dépôt du dossier de demande de permis de construire ou de la déclaration préalable de travaux, le maître d'ouvrage atteste de la réalisation de l'étude préalable ainsi que de la prise en compte des exigences énergétiques et environnementales.

Après l'achèvement des travaux, ayant fait l'objet de la demande de permis de construire ou de la déclaration préalable, le maître d'ouvrage fournit à l'autorité qui a délivré l'autorisation un document attestant que les règles de construction en matière de performance énergétique et environnementale ont été prises en compte par le maître d'œuvre ou, en son absence, par lui-même.

Déjà complexes, ces études sont surtout impossibles à mener sans un outil de virtualisation et de simulation qui soit à même de tester les différentes solutions, les différentes périodes climatiques et les impacts environnementaux pour, *in fine*, être en mesure de respecter les seuils de performances assignés par les objectifs généraux.

Pourquoi le jumeau numérique est en mesure de le faire ?

Par jumeau numérique, il faut comprendre la représentation numérique fidèle d'un ouvrage et de ses systèmes. Soit la traduction exacte des différentes études techniques menées par les acteurs des études de conception et ou de réalisation. Le point fort de cet avatar numérique réside dans la rigueur des informations géométriques et alphanumériques qu'il contient. De là, les responsables des études techniques peuvent tester, contrôler et simuler les différentes solutions en vue de retenir la plus performante vis-à-vis des objectifs et résultats de performance à fixés. Car en plus d'une compréhension accrue apportée par les données volumétriques de ce type de représentation, s'ajoute la possibilité pour les experts de tester des solutions comparant des matériaux, des principes constructifs, des agencements favorables à l'utilisateur comme à l'entretien de l'ouvrage, bref à l'optimisation du projet si cher au certificat de performance énergétique, au certificat carbone ou l'économie de matériaux. Ces travaux sont permis à la condition d'avoir des ressources impliquées dans la production de ces analyses et études à partir du jumeau numérique. Cela implique d'avoir des pilotes, de la démarche BIM, chargés de : réunir les besoins en amont des projets, suivre l'évolution de l'utilisation du jumeau numérique par les experts métiers et garantir la plus grande valeur ajoutée possible à l'utilisation de cet avatar.

Cette simulation coûte d'autant plus chère à établir qu'elle doit être réalisée à un moment du projet où il n'y a aucune certitude sur la validation du dossier par l'administration, et donc sur la possibilité d'effectuer réellement les travaux, ou non, et donc sur des perspectives de retour sur investissement. Rapporté à un promoteur immobilier, elle se situe à un instant où il n'a pas encore entamé la commercialisation car, il a besoin de ladite autorisation d'urbanisme pour pouvoir établir les contrats de vente.

Ainsi, la réglementation de la promotion immobilière de logement exige qu'« avant le commencement de son exécution », il doit être établi un contrat écrit contenant toutes les informations nécessaires à l'obtention de l'autorisation d'urbanisme [11 & 12].

Toutes ces dispositions combinées remettent profondément en cause l'équilibre économique des opérations immobilières car la structure capitalistique des sociétés de promotions immobilières comme les habitudes de gestion des maîtres d'ouvrage leur faisait jusque-là négliger toutes espèces de diagnostic préalable du bâti en transférant sur les épaules du futur maître d'ouvrage, le client (locataire ou futur acquéreur), la responsabilité des études et des travaux préliminaires.

La réglementation prévoit même ce transfert de charges financières, dans le logement, par le biais des phasages de paiement coordonnés avec l'avancement des travaux [13]. Or, le plafonnement de cette rémunération, à ce moment du projet dans la nouvelle chronologie, ne permet plus aux opérateurs de marchés de mener à bien autant d'opération qu'avant, puisque chacune va leur coûter beaucoup plus chère à lancer et qu'ils n'ont pas révisé à la hausse leur trésorerie pour faire face à ces évolutions prévisibles, durant les années de croissance [14].

Autrement dit, avec les mêmes moyens financiers qu'auparavant et des besoins de conception au moins deux fois plus coûteux, les promoteurs et les maîtres d'ouvrage ne peuvent plus financer que la moitié de ce qu'ils produisaient.

Cette réalité se reflète dans le niveau de productivité du secteur qui est faible au regard des autres secteurs économiques¹. Depuis 1995, ce qui correspond à la fin de la dernière grande crise immobilière, la productivité a quasiment doublé dans le secteur manufacturé mais n'a pratiquement pas changé en immobilier.

3 Les évolutions récentes ont principalement permis d'amortir le choc de la hausse des prix du foncier

Pour l'heure, la transition numérique n'a pas permis de changer les équilibres, le secteur attend donc toujours la disruption [16]. Pourtant durant la même période, les innovations technologiques ont été nombreuses et auraient dû contribuer à l'amélioration de la productivité des salariés du bâtiment (outils électroportatif, ordinateur, tablette, outils de conception virtualisé, plate-forme collaborative, géoréférencement, ...) ainsi qu'à l'abaissement du prix des produits autant que l'amélioration de leurs fonctionnalités, comme l'abaissement de leur impact environnemental et énergétique.

La réduction de la consommation énergétique des bâtiments est un enjeu. Les bâtiments ont un impact significatif sur la consommation d'énergie et les émissions de carbone. En particulier, les bâtiments intelligents sont réputés jouer un rôle crucial dans l'amélioration de la performance énergétique des bâtiments et des villes. La gestion d'un bâtiment intelligent nécessite la modélisation des données concernant les systèmes et composants intelligents. Aujourd'hui faire un projet en BIM coûte aux Constructeurs sans pour autant avoir la moindre justification chiffrée sur les gains apportés par tant d'efforts et d'investissements induits par ces tâches BIM.

La généralisation des demandes BIM contribue aussi à une volonté dans les marchés de projets immobilier d'exiger un "BIM Mature". Plusieurs facteurs contribuent à cette généralisation. Parmi eux, le Plan de Transition Numérique du Bâtiment (PTNB) éveillant les promoteurs et constructeurs, sur les avantages que pouvait apporter le BIM. Les descriptions faites par les associations professionnelles telles que Médi@construct, et plus récemment, BuildingSmart France (BSF) ou encore Smart Building Alliance (SBA) poussent les acteurs de la construction à s'impliquer dans la mise en place de pratiques BIM en projets. Pour causes, les gains possibles sur la qualité

des études de conception via la possibilité de produire de nombreuses études et simulations en amont du projet afin d'éliminer au plus les incertitudes et aléas lors de la construction.

La post-construction n'est pas en reste, SBA décrit une amélioration des interventions ultérieures sur l'ouvrage optimisée par l'utilisation de l'avatar numérique plus précis que les traditionnels plans 2D du Dossier des Ouvrages Exécutés (DOE).

Des documents techniques, proposés sous forme de guide technique par ces associations de professionnels, définissent des démarches à mettre en place lors des projets de construction dans le but d'assurer la bonne mise en pratique du BIM en projet.

Deux cas de figure se distinguent majoritairement, d'une part les projets pour lesquels la démarche BIM est cadrée par des exigences contractuelles. D'autre part, les projets pour lesquels elle est volontairement mise en place par les titulaires à partir de besoins estimés par ces deniers.

Dans ces cas de figure, il est courant que les titulaires se réunissent pour définir une démarche commune quant au contenu de la maquette numérique ainsi qu'aux démarches de configuration et échanges de ces maquettes numériques.

Les démarches BIM des marchés de construction de logements se voit, en grande partie, cadrées par deux documents différents : le cahier des charges BIM et la convention BIM.

Cette pratique est répandue dans d'autres secteurs de la construction, marchés privés comme publiques, notamment depuis l'arrêté du 30 septembre 2021 du C.C.A.G. travaux les reconnaissant (Cahier des Clauses Administratives Générales) [17].

Le cahier des charges est utilisé comme le volet BIM de marchés précisant les exigences et les objectifs du maître d'ouvrage. C'est pourquoi une trop grande légèreté dans la rédaction de cette pièce peut entraîner des effets indésirables. Parmi ces effets, des propositions de candidats décorrélées des exigences du maître d'ouvrage et des différences notables entre les propositions techniques d'un appel d'offres. De plus, une fois contractualisé, le titulaire peut utiliser les failles du cahier des charges pour se défaire de certaines actions BIM. Cela peut conduire à des blocages, via des réclamations, en cours de projet en cas d'insistance de la part du maître d'ouvrage.

Il est donc recommandé de définir une démarche BIM de projets, tout comme de marchés, soit structurée autour d'une étude de besoin mener via des outils de management de projet.

Pour ce travail de définition, il est possible d'utiliser les outils de l'analyse fonctionnelle de type A.P.T.E (Application aux Technique d'Entreprises). Cette méthode permet d'identifier les besoins en BIM et d'en déduire les fonctions et résultats y répondant. En effet, une analyse du besoin permettra de déduire : à qui la démarche BIM rendra-t-elle service, sur quoi et/ou sur qui agira-t-elle et donc dans quel but doit-elle être déployée ?

Une fois le besoin déduit, une analyse fonctionnelle détermine ensuite l'ensemble des fonctions à mettre en place sur le projet pour répondre au besoin. En définitive, cette analyse qui alimentera grandement les parties fondamentales du cahier des charges BIM.

Les résultats de cette analyse délimitent les besoins BIM de la manière suivante :

- Les actions BIM (fonctions) à déployer par ordre de priorité au regard des besoins et de la configuration du projet.
- Les acteurs en charge de produire ces actions. Identifiant ainsi les rôles et responsabilités des acteurs impliqués par la démarche.
- Les résultats à obtenir à la suite de la réalisation des actions BIM. Ciblant uniquement les productions nécessaires pour satisfaire les besoins de sorte à en déduire les livrables à demander aux titulaires.
- Les temporalités, tant pour la production que pour la réception des résultats. Ainsi, la caractérisation du niveau d'urgence des tâches est attribuée.
- Le degré d'écart (flexibilité) acceptable pour chaque production listée. Essentiel pour connaître la marge d'acceptabilité des produits à fournir.

Cette analyse coïncide avec les principes d'une démarche de LEAN management. Les sources de gaspillages sont identifiées lors de l'analyse fonctionnelle. Une grande partie des MURI sont éliminés de la démarche par la suppression des tâches n'apportant pas suffisamment de valeur ajoutée au besoin. Car toute fonction identifiée à faible valeur ajoutée ou à non-valeur ajoutée sont catégorisées et écartées de la liste des fonctions principales à mettre en place.

De même pour les MURA caractérisés par la surcharge des acteurs. Le fait de limiter les actions de production pour se concentrer principalement sur celles proposant des valeurs ajoutées significative limite la quantité de tâches à répartir aux acteurs du projet et donc à augmenter leur charge de travail.

De là, certains promoteurs peuvent y déceler des besoins BIM indirects pour leur activité, car la démarche servira directement son ou ses titulaires, agira principalement sur ces derniers et aura pour but premier de leur permettre de consolider les résultats de leurs prestations. Les avantages seront donc indirects pour lui. Peut s'ajouter à ce fait, le manque de moyens du promoteur quant à l'utilisation des résultats d'une démarche BIM durant la réalisation du projet. Dans ce cas, le promoteur peut être tenté de renoncer à contractualiser une démarche et des produits BIM dans ses projets du fait du peu d'impact direct sur ses intérêts. Pourtant, une consolidation des prestations des titulaires entraînerait des répercussions positives sur les intérêts du projet et donc du promoteur.

Pour se décider, le promoteur peut mesurer la balance financière entre l'investissement dans ses volets BIM, et les gains financiers qu'il tirerait de la consolidation des prestations de son ou ses titulaires. Par gains apportés par une démarche BIM, il ne m'est pas rare de constater une diminution des risques liés à l'obtention d'études techniques trop sommaires, difficiles à contrôler et même vecteurs d'aléas important lors de la réalisation sur site.

En définitive, sans une approche étudiée par des outils adéquats et basée sur l'utilisation aveugle de référentiels, le risque de mettre en place une démarche BIM décorrélée de la réalité du projet et de ses acteurs s'avère important. Quant aux gains possibles apportés par une telle démarche sur le projet, ils seront peu ou prou mesurables durant le projet tout comme une fois terminé.

L'autre document régulièrement employé en projet en BIM, la convention BIM, formalise entre le donneur d'ordre et les titulaires la ligne directrice de toute la démarche BIM de la conception

tout comme la réalisation. Même si les référentiels, tout comme l'arrêté du 30 septembre 2021 du C.C.A.G. travaux, indiquent qu'il est préférable de rendre ce document contractuel il n'en reste pas moins délicat de le faire. Tout d'abord, car la rédaction des versions opérationnelles se fait avec des titulaires s'étant déjà engagés sur des pièces contractuelles lors de l'attribution des marchés. Donc l'insertion d'exigences non présentes dans les pièces peut entraîner une demande de négociation de la part des titulaires, ou même un refus de s'y conformer. Malgré ce risque, il est rappelé par les référentiels BIM que la convention BIM est vouée à être amendée tout au long du projet dans le but de s'adapter aux évolutions du projet.

Se pose alors le dilemme de l'équilibre financier des différents acteurs si d'une part, le titulaire se voit demandé des prestations qui n'étaient pas présente dans les pièces contractuelles de son marché. De l'autre un donneur d'ordre sollicité par les titulaires à financer les changements induits par les divers amendements de la convention BIM.

Si tout amendement de la convention BIM est nécessaire afin d'assurer les intérêts du projet, ils devront tout de même respecter les attentes stipulées par marchés des titulaires. Pour s'en assurer et ainsi limiter les risques et dérives, il est recommandé d'adopter une démarche mesurée. Plus particulièrement en exploitant les outils d'analyses VSM (Value Stream Mapping) du LEAN Management de sorte à cibler au mieux l'ensemble des tâches BIM n'apportant pas suffisamment de valeurs ajoutées pour le projet ou bien le donneur d'ordre. De même, il est préférable de réduire les risques d'écarts pénalisant les titulaires. Pour cela, l'utilisation d'analyses assurant l'élimination des gaspillages de type MURI, MURA et MUDA peut s'avérer très efficace. Notamment en mesurer la charge supplémentaire induite par l'ajout des actions BIM tels que des rendus intermédiaires et /ou réunions d'avancement trop rapprochés. Mais aussi en favorisant le lissage des tâches dans la durée évitant ainsi les pique de charge des titulaires. La planification des tâches majeurs et rendus BIM doit tenir compte des dates importantes des autres lots.

Sans oublier de rester critique sur l'utilité des tâches demandées en analysant l'apport réel de cette dernière au projet. Car en théorie, de nombreux usages BIM peuvent être perçus comme bénéfiques au projet. Néanmoins, c'est la mesure de la pertinence de ces derniers dans le contexte du projet qui permet de statuer sur leur intérêt pour le projet.

Dans sa globalité, la démarche BIM doit être pensée en respectant l'équilibre entre les exigences formulées et les capacités des acteurs à répondre à ce type d'exigences. C'est là que réside la notion de « BIM Mature ».

Toutefois, beaucoup de blocages demeurent importants notamment pour réussir à réaliser un smart building dans un modèle unique au format propriétaire ou au format IFC. Parmi les problématiques évoquées, nous avons relevé celles-ci :

- L'utilisation de la donnée recueillie sur le bâtiment est réglementée, entre autres par le Règlement Général sur la Protection des Données (RGPD) qui s'adresse à toute structure privée ou publique effectuant de la collecte et/ou du traitement de données, et ce quel que soit son secteur d'activité et sa taille, y compris les sous-traitants [18]. Parmi les principes de cette réglementation, il y a « *la protection des données dès la conception* » qui impose aux organisations de prendre en compte des exigences relatives à la protection des données personnelles dès la conception des produits, services et systèmes exploitant des données à caractère personnel, c'est-à-dire toutes celles « *se rapportant à une personne physique identifiée ou identifiable* », directement (nom, prénom, ...) ou

indirectement (identifiant, numéro, ...). Pour d'autres acteurs, cette situation semble plus aisée si l'utilisateur donne son accord et les blocages demeurent ailleurs.

- Les fabricants de capteurs souhaitent conserver les protocoles de leurs technologies protégés. Or pour représenter ces systèmes (capteurs IoT, actuateurs etc...) dans un modèle BIM supporté, par exemple par le format IFC, ces aspects doivent être représentés. La solution résiderait dans la standardisation des données de sortie de ces systèmes ce qui permettrait de les représenter sans dévoiler leur fonctionnement. Malgré les idées reçues, la maquette numérique seule, n'a pas pour vocation à centraliser tant d'informations en entrée et en sortie de façon synchrone. C'est donc un écosystème qui doit fonctionner en liaison avec l'ensemble des données de l'ouvrage dont le modèle BIM.

- L'idée du smart building est complexe pour beaucoup d'acteurs, car le comportement de l'utilisateur est trop imprévisible. Le smart building permet d'anticiper le comportement des usagers de manière empirique, mais celui-ci demeurerait trop inconstant. Ainsi, il vaudrait mieux informer l'utilisateur avec des données issues des capteurs pour qu'il programme lui-même des systèmes du bâtiment tels que le chauffage et adapte de manière consciente son comportement.

4 Conclusion

Il n'appartient évidemment pas à un secteur industriel de résoudre, seul, les problèmes économiques qui touchent une Nation, voire un continent, mais à son niveau ce secteur peut déjà s'inspirer des moyens mis en œuvre depuis des décennies dans les autres secteurs économiques pour faire face à la concurrence et la mondialisation.

Le secteur immobilier a rarement eu besoin d'affronter cette réalité puisque, par définition, un projet immobilier français se situe sur le territoire national et est donc non délocalisable. Cette protection de la concurrence extérieure a contribué à retarder la mutation d'un secteur industriel très en retard sur les autres.

Mais, l'émergence coordonnée de plusieurs facteurs de remises en cause de l'équilibre économique impose désormais de prendre le taureau par les cornes.

Or, plusieurs points de blocages sont à lever pour résoudre l'équation, pour rester au seul niveau du secteur immobilier. En résolvant les trois points principaux, la plupart des points durs disparaîtront et apporteront dans le même temps une réduction des coûts de construction, donc du prix et une re-solvabilisation des ménages par l'amélioration de l'offre et non l'augmentation de l'endettement à long terme.

Le premier point, juridique, indique qu'il est peut-être temps de réviser la législation sur les phasages de paiement et les niveaux d'avancement de paiement pour les mettre en adéquation avec l'augmentation des coûts et le nombre des études de conception nécessaire au lancement du projet.

Le second point, financier, bien qu'organisationnel, est de travailler sur une vraie amélioration des méthodes de production. À ce jour, le Lean Management n'a été introduit que lors d'opération ponctuelle, or cette vision de la production, pour être efficace, devrait être positionnée sur l'ensemble d'une activité, pas simplement sur la fabrication d'un produit. Par ailleurs, Le Lean prend comme point d'entrée le client et son besoin alors que les « bêta-testeurs » ne l'ont utilisé qu'afin

de trouver le moyen d'économiser en coût de construction par pour détecter les points de pertes de valeurs ajoutée.

Le troisième point, technique, est l'état de la transition numérique des entreprises du bâtiment. Il faut fixer, pour commencer, un standard de langage des échanges de données pour favoriser, sur l'ensemble de la chaîne de valeur, l'interopérabilité et la transition numérique. Si ce n'est pas fait les mêmes difficultés continueront de produire leurs effets délétères. Chaque projet recompose, à l'issue de l'appel d'offre, son équipe rendant ainsi très difficile la mise en œuvre d'économies d'échelle. Et si chaque projet à son équipe, chaque entreprise, à défaut de standard, doit s'attendre à voir les outils numériques changer et doit se former à tous les systèmes existants. C'est encore un surcoût et des risques inutiles.

Par exemple, un modèle conceptuel exprimé en langage SysML a été proposé pour définir un bâtiment intelligent. Cinq approches BIM ont été identifiées comme des « prototypes » potentiels pour représenter et échanger des informations sur les bâtiments intelligents. La fidélité de chaque approche est vérifiée par un processus de validation basé sur le BIM à l'aide d'une plate-forme de visualisation open source. Les différents prototypes ont également été évalués à l'aide d'une méthode de comparaison multicritères afin d'identifier l'approche privilégiée pour modéliser et gérer les informations du bâtiment intelligent. L'approche privilégiée a été prototypée et testée dans un cas d'utilisation axé sur la surveillance de la consommation d'énergie du bâtiment afin d'évaluer sa capacité à gérer et à visualiser les données du bâtiment intelligent. Le cas d'utilisation a été appliqué dans une étude de cas réelle à l'aide d'un démonstrateur grandeur nature, à savoir, le smart building « Nanterre 3 » (N3) situé sur le campus du CESI à Paris-Nanterre. Les résultats ont démontré qu'un format BIM ouvert sous la forme d'IFC pouvait permettre une modélisation adéquate des données des bâtiments intelligents sans perte d'informations. Les extensions futures de l'approche proposée ont finalement été décrites.

Avec, la nouvelle méthode de gestion de projet imposée par la réforme du Code de la Construction et de l'Habitation, qui impose de tout simuler pour établir les certificats environnementaux, énergétiques, matériaux (appelé communément déchets), le jumeau numérique s'impose, le BIM se concentre donc en phase conception.

Une dernière source d'économie apparaît dès lors, puisqu'il faut un jumeau numérique pour obtenir l'autorisation d'urbanisme, c'est qu'à ce stade, les plans d'exécution sont disponibles. Il est alors possible d'établir un appel d'offre avec plus de précisions sur les quantités et références, ainsi que le juste niveau de compétences nécessaires pour fabriquer. Les entreprises sélectionner pourront à nouveau se concentrer sur leur cœur de savoir-faire, fabriquer, et non concevoir et fabriquer qui a été source de tant de problèmes et de dérives.

Enfin, les investissements consentis dans cette évolution seront gagnés en économies de délais, de matériaux, de désordres, etc... L'immobilier sera alors arrivé au niveau des autres secteurs industriels.

Références

- [1] Haut Conseil de stabilité Financière, Recommandation N° R-HCSF-2019-1 relative aux évolutions du marché immobilier résidentiel en France en matière d'octroi de crédit, 20 décembre 2019,
 - [2] Recommandation_R-HCSF-2021-1.pdf (economie.gouv.fr)
 - [3] Crédit immobilier : 200.000 ménages exclus de l'emprunt en raison du durcissement des règles ? | TF1 INFO
 - [4] Quand les villes freinent les permis de construire juste avant les élections... (batiweb.com)
 - [5] Nouveau record pour la construction de maison individuelle (maisons-sanem.fr)
 - [6] La RE2020 donne lieu à un rebond des permis de construire (batiweb.com)
 - [7] Crédit immobilier : Société Générale et Crédit du Nord refusent désormais les dossiers issus des courtiers (moneyvox.fr)
 - [8] Article L111-1 - Code de la construction et de l'habitation - Légifrance (legifrance.gouv.fr)
 - [9] Article L112-1 - Code de la construction et de l'habitation - Légifrance (legifrance.gouv.fr)
 - [10] Article L112-4 - Code de la construction et de l'habitation - Légifrance (legifrance.gouv.fr)
 - [11] Article L222-3 - Code de la construction et de l'habitation - Légifrance (legifrance.gouv.fr)
 - [12] Article R222-5 - Code de la construction et de l'habitation - Légifrance (legifrance.gouv.fr)
 - [13] Article R222-7 - Code de la construction et de l'habitation - Légifrance (legifrance.gouv.fr)
 - [14] Article R222-8 - Code de la construction et de l'habitation - Légifrance (legifrance.gouv.fr)
 - [15] Why Haven't Buildings Become Productised ? An Exploration of the Possibilities and Barriers to Buildings of the Future | This Is Construction
 - [16] Coût de la construction (et estimations de budget) - Architecte de Bâtiments (architecte-batiments.fr)
 - [17] Arrêté du 30 septembre 2021 modifiant les cahiers des clauses administratives générales des marchés publics - Légifrance (legifrance.gouv.fr)
 - [18] Le règlement général sur la protection des données (RGPD), mode d'emploi | economie.gouv.fr
-